

अंक ९३

शैक्षणिक

# ग्रन्दर्भ

शिक्षण आणि विज्ञान  
यात रुची असणाऱ्यांसाठी



एप्रिल-मे २०१४

### संपादक :

नीलिमा सहस्रबुद्धे, प्रियदर्शिनी कवे,  
नागेश मोने, सज्जीवनी कुलकणी,  
अमलेंद्र सोमण, यशश्री पुणेकर.

### विषयस्तः :

नागेश मोने, नीलिमा सहस्रबुद्धे,  
प्रियदर्शिनी कवे, मीना कवे,  
सज्जीवनी कुलकणी, विनय कुलकणी,  
रामचंद्र हणबर, गिरीश गोखले.

### साहाय्य :

ज्योती देशपांडे.

### अक्षरजुळणी व मांडणी :

यदिश ग्राफीक्स

मुख्यपृष्ठ मांडणी : विनय घनोकर

मुद्रण : ग्रीन ग्राफीक्स

शैक्षणिक

# संदर्भ

अंक १३

एप्रिल-मे २०१५

पालकनीती परिवारासाठी

निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

संदर्भ, द्वारा समुचित एन्हायरोटेक प्रा. लि.,  
फ्लॅट नं. ६, एकता पार्क सोसायटी,  
निर्मिती शोरूमच्या मागे, अभिनव शाळेशेजारी,  
लों कॉलेज रस्ता, पुणे - ४११ ००४.  
फोन नं. २५४६०१३८

E-mail : sandarbh.marathi@gmail.com

web-site : sandarbhssociety.org

चेक 'संदर्भ सोसायटी'वा नावे काढावेत.

**पोस्टेजसहित वार्षिक वर्गणी : ₹ ३००/- अंकाची किंमत : ₹ ५०/-**

एकलव्य, होशंगाबाद यांच्या सहयोगाने हा अंक प्रकाशित केला जात आहे.

### मुख्यपृष्ठाविषयी -

आपल्या पृथक्कीवरच्या अचेतन आणि सचेतन सृष्टीमध्ये कल्पनेपलीकडचे सौदर्य व वैविध्य आहे. केवळ वनस्पती आणि प्राणिसृष्टी नव्हे तर पर्यावरणाही वैविध्यपूर्ण आहे. इथल्या जलचक्राप्रमाणे दगडमातीचेही एक जीवनचक्र असते. कुठे ज्वालामुखीतून उसळणारे, वितळलेले खडक आणि कुठे बर्फगार शिळा आपल्याला पहायला मिळतात. अशाच काही गोटी वाचा पान ..... बरील लेखात. मुख्यपृष्ठावर इटलीतील स्लोबोलीचा ज्वालामुखी आणि अमेरिकेतल्या डेथ व्हॅलीतील सरकणाच्या प्रचंड शिळा.

सर्व चित्रे इंटरनेटवरून साभार



# अनुक्रमणिका

## शैक्षणिक संदर्भ अंक - ९३

■ भोपालमध्ये कुतुबमिनार ? - हिमांशू श्रीवास्तव आणि उमा सुधीर,	अनुवाद : ज्ञानदा फडके ..... ५
● अनोखा मासा - अरविंद गुप्ते, अनुवाद : वैशाली डोंगरे ..... १०	
● पृथ्वीबद्दलची १८ आश्र्ये - अमरेंद्र सोमण ..... १८	
● लोकसंख्येचे गौडबंगाल - प्रियदर्शिनी कर्वे ..... २६	
● पुरी का फुगते ? - अंबरीश सोनी, अनुवाद : ज्योती देशपांडे ..... २९	
● ग्रहमंडल दिव्यसभा - वरदा वैद्य ..... ३०	
■ जलचक्र प्रतिकृती - किरण बर्वे ..... ४३	
■ उपग्रहाच्या निर्मितीतील आव्हाने - लेखांक - ७ - सुरेश नाईक ..... ४६	
● एका 'सद्भावी' प्रयोगाची गोष्ट - पद्माकर राजाराम भूत ..... ५१	
■ गणित शिक्षणात खेळांचा वापर - आमोद कारखानीस ..... ६३	
● म्हातारपण - विनय र. र. ..... ६९	
■ चंद्र सूर्य का आहेत ? - अनुवाद : गो. ल. लोंदे ..... ७२	
● विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१५ - उत्तरे ..... ७५	
● चित्त्याचा वेग - अनुवाद : यशश्वी पुणेकर ..... ८२	

 हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

# १०० वर्षांपूर्वी...

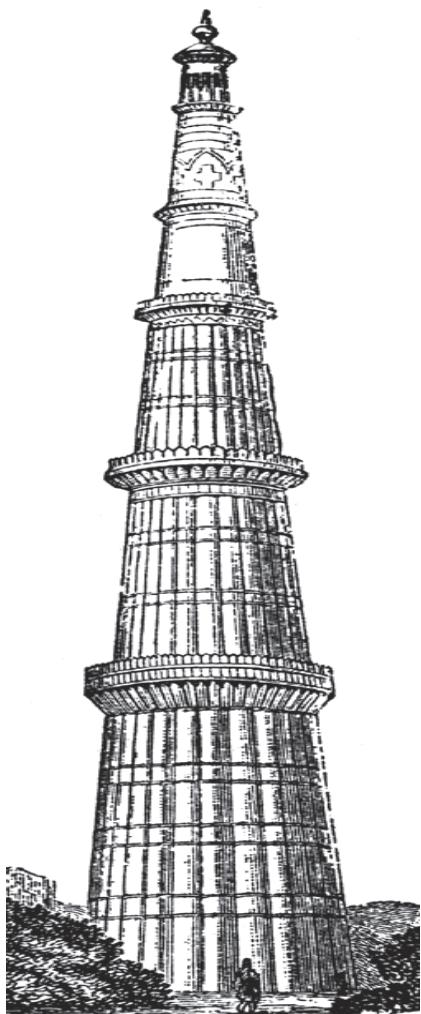


पहिल्या महायुद्धाच्या धुमशक्रीत इटली आणि ऑस्ट्रिया या दोन एकमेकांविरोधात उभ्या ठाकलेल्या देशांच्या सीमेवरच्या निसर्गावर व जनजीवनावर लेख **एप्रिल १९१५** च्या नंशनल जियॉग्राफिकमध्ये प्रसिद्ध झाला होता. त्या लेखातील ऑस्ट्रियाच्या सीमेवरील एका भुईकोट किल्ल्याचे हे छायाचित्र.

# भोपाळमध्ये कुतुबमिनार ?

लेखक : हिमांशु श्रीवास्तव आणि उमा सुधीर

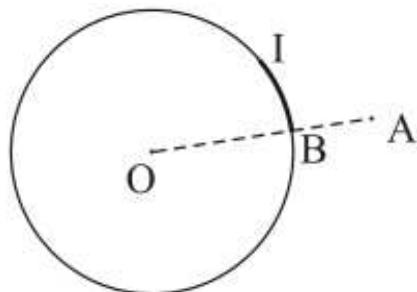
• अनुवाद : ज्ञानदा फडके



ह्या सगळ्याची सुरुवात चहा घेतानाच्या चर्चेने झाली. नाहीतरी सगळ्या मोठ्या चर्चा चहा कॉफीबोराच सुरु होतात. झाले होते असे की, एका लोकप्रिय फर्निचरच्या दुकानाची जाहिरात आली होती. त्यात म्हटले होते की त्यांनी भारतातील सर्वात उंच खुर्ची बनवली आहे आणि ती त्यांच्या भोपाळमधल्या दुकानात ठेवली आहे. त्या जाहिरातीत कोणीतरी भोपाळची दिशा विचारली होती आणि त्याला उत्तर मिळाले होते, ती उंच खुर्ची दिसतेय का? तिकडे नजर ठेवा आणि त्या दिशेनं चालत राहा. जरी ती खुर्ची (उत्पादकांच्या म्हणण्याप्रमाणे) दोन मजली इमारतीपेक्षा उंच होती, तरी भोपाळमध्ये प्रवेश करण्यापूर्वी खरेच कोणाला ती दिसू शकेल का, यावरच चर्चा सुरु झाली. समजा असे मानले की इंदू (जिथे बसून आम्ही ही चर्चा करत होतो) आणि भोपाळच्या दरम्यान आपल्या दृष्टीला अडथळा आणणारे काही नाही आणि आपली

दृष्टी अगदी १८० कि.मी. अंतरावरचे (इंदू आणि भोपाळमधले अंतर) पाहण्याइतकी चांगली आहे, तरी आपण इंदूमधून ही खुर्ची बघू शकू का? आम्ही विचारात पडलो.

इतक्या दूरवरची एखादी गोष्ट दिसू शकायला एक महत्वाची गोष्ट लक्षात घेतली पाहिजे, ती म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची वक्रता - म्हणजे आपण सपाट पृष्ठभागावर राहत नाही ही वस्तुस्थिती. खूप लांबवर असलेली कुठलीही गोष्ट बघायची असेल तर आपल्याला वक्र पृष्ठभागाकडे लक्ष दिले पाहिजे. म्हणजे ती वस्तू इतकी उंच असायला हवी की ती पृथ्वीच्या वक्रतेमुळे निर्माण झालेली उंची पार करूनही क्षितिजावर दिसेल. तेव्हा आता असा प्रश्न उभा राहिला की जर आपली दृष्टी चांगली असेल आणि भोपाळ ते इंदूच्या दरम्यान काही अडथळे नसतील, तर ती खुर्चीं आपल्याला दिसण्यासाठी किती उंच असायला हवी?

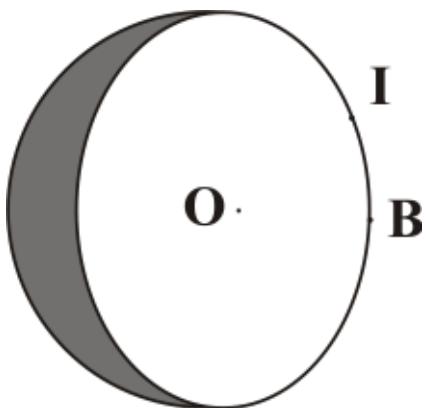


आकृती १अ

उत्तर पाहण्याआधी तुम्ही थोडा विचार करा आणि शोधा, काय असेल ह्याचे उत्तर?

उत्तर शोधायला आम्ही अशी सुरुवात केली - सोयीसाठी आम्ही असे मानले की पृथ्वी अगदी गोल आहे. आता इंदू आणि भोपाळ हे दोन बिंदू जर। आणि B असतील, O हा गोलाचा केंद्रबिंदू असेल तर केंद्रबिंदू आणि ह्या दोन बिंदूमधून जाणाऱ्या एका प्रतलाने आपण ह्या गोलाचे दोन भाग करू शकतो. (आकृती १अ) त्रिमितीय अवकाशातले कुठलेही तीन बिंदू जोडले की एक प्रतल तयार होते, हे भूमितीच्या सुरुवातीच्या धडचांमध्ये तुम्ही शिकला असालच. आता ह्या गोलाच्या दोन भागांपैकी एकच भाग आपण वापरू. तो आकृती १ब मध्ये दाखवलेल्या वर्तुळप्रमाणे दिसेल.

ही भूमिती जर कळायला अवघड वाटत असेल तर एक लिंबू आणि सुरी घ्या. लिंबावर



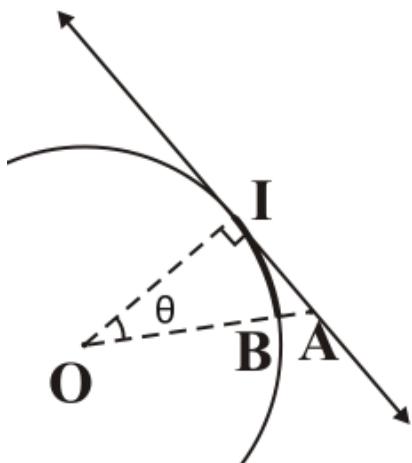
आकृती १ब

कोणतेही २ बिंदू काढा आणि सुरी त्या २ बिंदूमधून आणि लिंबाच्या मध्यबिंदूमधून जाईल अशी ठेवून लिंबाचे दोन समान भाग करा. आकृती १ब मधल्याप्रमाणे वर्तुळ मिळेल. आता आपले पुढचे काम आहे, काय माहिती आपल्याकडे आहे आणि काय मोजायचे आहे याचा अर्थ लावणे. समजा इंदू आणि भोपाळ हे अर्धगोलाच्या सपाट प्रतलापासून बनलेल्या वर्तुळाच्या परिघावरचे दोन बिंदू असतील आणि ह्या दोन बिंदूना जोडून होणाऱ्या कमानीची लांबी सुमारे १८० किमी असेल (इंदू आणि भोपाळमधल्या अंतराएवढी). आता भोपाळमधील सर्वांत उंच इमारत h मीटर उंचीची आहे असे मानू. हे आकृती २ मध्ये AB असे दाखवले आहे.

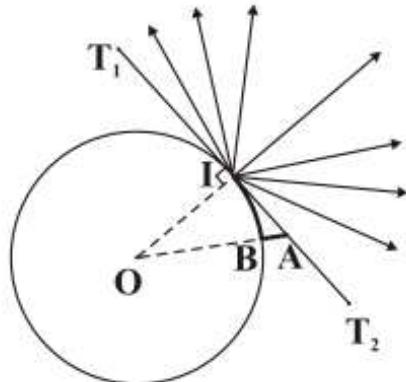
इमारती जमिनीशी काटकोनात

असल्यामुळे AB हा रेषाखंड म्हणजे वर्तुळाला काढलेला लंब आहे.

पुन्हा एकदा लक्षात घ्या की, माणसाला सूर्य किंवा चंद्र अगदी सहज दिसू शकतात कारण ते आकाशात अगदी उंचावर आहेत. पण जमिनीवरची एखादी गोष्ट बघायला आपल्याला पृथ्वीची वक्रता लक्षात घ्यावी लागते. पृथ्वीचा वक्र पृष्ठभाग काही अंतरानंतर खाली वळत असल्यामुळे आपल्याला मर्यादित अंतरापर्यंतचेच दिसू शकते. त्यामुळे आपल्याला भोपाळमधली इमारत पहायची असेल तर आपली दृष्टीरेषा इमारतीच्या टोकामधून म्हणजे बिंदू A-मधू जायला हवी. आकृती ३ मधली रेषा IA-ही इंदूमध्ये उभ्या असलेल्या माणसाची दृष्टीरेषा दाखवते. आपण दृष्टीरेषा अजून खाली खाली



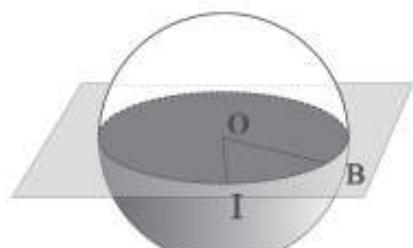
आकृती २



आकृती ३

क्षितिजाकडे नेली, तर ह्या रेषा बिंदू। मधून काढलेल्या स्पर्शिकेच्या (T1T2) जवळ जवळ जातात. आपली दृष्टीची पातळी ह्याच्या पुढे जाऊ शकत नाही. आपण ज्या अंतरांचा विचार करत आहोत त्याच्या तुलनेत माणसाची उंची नगण्य आहे, त्यामुळे आपण उभे राहिलो आहोत का खाली बसलो आहोत याने काहीच फरक पडत नाही, हे लक्षात असू द्या.

समजा,  $-IB$  कं स पृथ्वीच्या मध्यबिंदूशी  $\theta$  कोन करतो.  $OI$  आणि  $OB$  ही अंतरे पृथ्वीच्या त्रिज्येएवढी म्हणजे सुमारे  $6400$  कि.मी. आहेत. हा कोन किती आहे शोधण्यासाठी आम्ही असा विचार केला की पृथ्वीच्या पूर्ण परिघाने पृथ्वीच्या मध्याशी  $360$  अंशांचा कोन केला आहे तर परिघाच्या एका भागाने (म्हणजे  $180$  कि.मी.च्या  $IB$  रेषाखंडाने) किती अंशांचा कोन केला असेल?



$$\angle IOB = \theta$$

आकृती ४

$$\text{पृथ्वीचा परीघ} = 2 \times \pi \times \text{पृथ्वीची}$$

त्रिज्या

$$= 2 \times 3.14 \times 6400 \text{ कि.मी.}$$

$$= 40212.40 \text{ कि.मी.}$$

$$= \sim 40212 \text{ कि.मी.}$$

$$40212 \text{ कि.मी.चे अंतर पृथ्वीच्या}$$

मध्याशी  $360$  अंशांच्या कोनात आहे. म्हणून  $\frac{1}{4}$  कि.मी. अंतराने केलेला कोन  $= (360 / 40212)^0$

$$180 \text{ कि.मी. अंतराने केलेला कोन} \\ = (360 / 40212)^0 \times 180^0$$

$$\theta = 1.61^\circ$$

तुमच्या लक्षात येईल की आकृती ४ मध्ये रेषांचे गुणोत्तर आणि  $IB$  ह्या कंसाने मध्याशी केलेला कोन हा आपण आकडेमोड करून काढलेल्या उत्तरापेक्षा खूपच वेगळा दिसतो.  $IB$  ने मध्यबिंदूशी केलेला कोन प्रत्यक्षात आहे त्यापेक्षा खूपच मोठा दिसतो आहे. आकृती नीट समजावी आणि नंतरचे स्पष्टीकरण समजायला सोपे जावे म्हणून मुद्दामच तसे केले आहे.

आता मूलभूत भूमिती वापरूया.  $AIO$  हा काटकोन त्रिकोण आहे. (रेषा  $IA$  ही  $I$  बिंदूच्या इथे स्पर्शिका आहे. आणि रेषा  $IO$  स्पर्शिकेला काटकोनात आहे.  $OA$  ही रेषा  $OB$  ला बिंदू  $A$  पर्यंत वाढवून बनली आहे.)

$$\cos \theta = \text{पाया} / \text{कर्ण}$$

(व्याख्येप्रमाणे)

$$= \cos \theta = OI / OA \dots\dots\dots (1)$$

OI पृथ्वीची त्रिज्या असल्यामुळे, OI  
 $= \sim 6400$  कि.मी.  $= 64,00,000$  मीटर

$$\text{आता, } OA = OB + BA$$

OB सुद्धा पृथ्वीची त्रिज्या आहे,  
 त्यामुळे OB  $= \sim 6400$  कि.मी.  $=$   
 $64,00,000$  मीटर

BA इमारतीची उंची आहे, त्यामुळे  
 $BA = h$  मीटर

वरील सर्व संख्या समीकरण १ मध्ये  
 घालून,  $\cos \theta = 64,00,000 / (64,00,000$   
 $+ h)$

$$\theta = 1.61^\circ \text{ असल्यामुळे}$$

$$\cos \theta = 0.9996$$

(ह्यासाठी तुम्हाला standard cos  
 table पाहावे लागेल.)

$$\Rightarrow 0.9996 = OI / (OB + BA)$$

$$\Rightarrow 0.9996 = 64,00,000 / (64,00,000 + h)$$

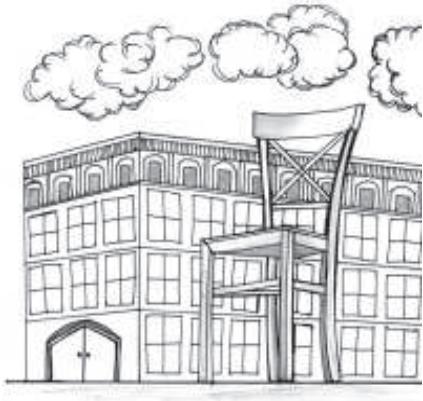
$$\Rightarrow 0.9996 \times (64,00,000 + h) = 64,00,000$$

$$\Rightarrow (64,00,000 + h) = 64,00,000 / 0.9996$$

$$\Rightarrow 64,00,000 + h = 64,02,561.02$$

$$\Rightarrow h = 64,02,561.02 - 64,00,000$$

$$\Rightarrow h = 2,561.02 \text{ मीटर}$$



$$\Rightarrow h = \sim 2.5 \text{ कि.मी.}$$

म्हणजे च भोपाल मधली इमारत  
 इंदूरमधून दिसण्यासाठी ती सुमारे २.५ किमी  
 उंच असायला हवी. ही उंची फार वाटत  
 नाही, नाही का? पण असा विचार करा की  
 आपल्या बन्याचशा इमारतीमध्ये एका  
 मजल्याची सरासरी उंची फक्त ३ मीटर असते.  
 म्हणजे ३ मजली इमारत सुमारे १० मीटर  
 उंच असते. त्यामुळे एक किमी उंचीच्या  
 इमारतीसाठी अशा शेकडो इमारती एकमेकांवर  
 ठेवाव्या लागतील. भोपालमधली इमारत इंदूर  
 मधून दिसायला किती उंचीची असायला हवी  
 हे आता तुमच्या लक्षात आले असेल अशी  
 आशा करतो !

आता, तुम्ही हे कोडे सोडवायचा प्रयत्न  
 करा. ही उंच खुर्ची तुम्हाला जास्तीत जास्त  
 किती अंतरावरून दिसू शकेल?

■ ■

लेखक : हिमांशु श्रीवास्तव आणि उमा सुधीर

अनुवाद : ज्ञानदा गद्रे – फडके, सॉफ्टवेअर इंजिनीअर, भाषांतराची आवड

# अनोखा मासा

लेखक : अरविंद गुप्ते • अनुवाद : वैशाली डोंगरे

ज्यूरासिक पार्क नावाच्या एका इंग्रजी चित्रमालिकेत जिवंत डायनासोर राहत असलेलं एक बेट दाखवण्यात आलं होतं. ज्यूरासिक पार्कची गोष्ट काल्पनिक होती कारण डायनासॉर जवळजवळ साडेसहा कोटी वर्षांपूर्वीच नामशेष झाले आणि आता ते केवळ जीवाश्म रूपातच पाहता येतात. डायनासॉरप्रमाणेच नामशेष झालेल्या आणि आता केवळ जीवाश्म रूपात आढळणाऱ्या माशांच्या एका प्रजातीला ऑक्टिनिस्टिया

म्हणतात. ह्या माशांचे जीवाश्म ३५ कोटी वर्ष जुन्या खडकात आढळतात. एकेकाळी समुद्रात मोठ्या संख्येने आढळणाऱ्या ह्या माशांचं व्यावहारिक नाव ‘सीलाकेन्थ’ असं आहे. सीलाकेन्थची विशिष्ट शरीररचना पाहता माशांपासून पृथ्वीवरील इतर सजीवांचा विकास कसा झाला त्यासंबंधी तर्क करता येतात. त्यामुळे सजीवसृष्टीच्या विकासाच्या अभ्यासाच्या दृष्टीनं ह्या माशांचं स्थान महत्वाचं आहे.



अहमदाबादपासून दक्षिणेकडे ८० कि. मी. वर असलेल्या बालासिनोर इथे सापडलेले डायनासॉरच्या अंड्याचे जीवाश्म.

शास्त्रज्ञांच्या मते हे मासे मांसल परांच्या साहाय्याने जमिनीवर चालायला लागले आणि श्वासोच्छवास करू लागले. त्यांच्यापासून मग उभयचर प्राणी (बेडूक, इ.) विकसित झाले. उभयचर प्राण्यांनंतर सरीसृप प्राणी, पक्षी आणि सस्तन प्राणी विकसित झाले असावेत. सीलाकेन्थचे जीवाशम जगभरातील जवळजवळ सर्व मोठ्या संग्रहालयात पहायला मिळतात.

घोडा जसा दुडक्या चालीने चालतो त्याप्रमाणे हे मासे पाण्यात पोहत पर चालवतात. माशांच्या आणखी एका गटाला पृथ्वीवरील सजीवांचे पूर्वज समजले जाते. ह्या प्रकारचे मासेही बन्याच प्रमाणात नामशेष झाले आहेत. परंतु त्यांच्या तीन प्रजाती जगाच्या वेगवेगळ्या भागांमध्ये आढळून येतात. ह्या माशांना फुफ्फुससदृश अवयव असतात आणि त्यांच्या साहाय्याने ते हवेत श्वासोच्छवास करू शकतात. हे फुफ्फुस असलेले मासे आणि पायाप्रमाणे परांची जोडी असलेले मासे यापैकी कोणापासून पृथ्वीवरील जीवसृष्टीचा विकास झाला हे एक कोडं आहे.

### एक अनोखा मासा जाळ्यात

१९३० सालची गोष्ट. दक्षिण आफ्रिकेच्या पूर्व किनाच्यावर ईस्ट लंडन नावाचं एक छोटंसं बंदर आहे. तिथे एक छोटंसं संग्रहालय होतं. ह्या संग्रहालयाची संचालिका मार्जरी लॅटिमर नावाची एक ब्रिटिशवंशज रुग्नी होती. मासे

पकडणाऱ्या बोटीपैकी एका बोटीचा कॅप्टन हेल्डरिक गुजेन ह्याच्याशी लॅटिमरचा परिचय होता. पकडून आणलेले मासे पाहण्यासाठी गुजेन लॅटिमरला बोलावणं पाठवत आणि त्यापैकी एखादा मासा संग्रहालयात ठेवण्यासारखा असेल तर तिला भेट देत असत.

२३ डिसेंबर १९३८ ला चालुम्ना नदीमुखाजवळून मासे पकडून आल्यावर गुजेनन नेहमीप्रमाणे लॅटिमरला बोलावणं पाठवलं. खरं तर लॅटिमर तेव्हा संग्रहालयातच इतर काही कामात व्यस्त होती. पण बोटीवरच्या खलाशांना निदान नाताळच्या शुभेच्छा तरी देऊन येऊ असा विचार करून ती टॅक्सीनं बंदरावर पोचली. त्यांच्याशी थोडंसं बोलून निघणार इतक्यात तिला माशांच्या ढिगाखालून डोकावणारा एक निळ्या रंगाचा माशाचा पर दिसला. हा ५ फूट लंबीचा मासा ढिगाखालून काढण्यात आला. असा मासा पूर्वी कधी तिच्या पाहण्यात आला नव्हता. हा मासा संग्रहालयात घेऊन जावा असा विचार तिच्या मनात आला. परंतु इतका जड आणि दुर्दीर्घी येणारा मासा टॅक्सीमधून घेऊन जायला टॅक्सीचालक तयार होईना ! अखेर त्याच्याशी बन्याच वाटाघाटी झाल्यावर तो कसाबसा तयार झाला आणि मासा संग्रहालयात आणण्यात आला. संग्रहालयात उपलब्ध असलेले मोजके संदर्भग्रंथ चाळल्यावर लॅटिमरला वाटलं की हा मासा

नामशेष झालेल्या प्रजातीच्या माशाच्या  
चित्रातल्यासारखा दिसतोय !

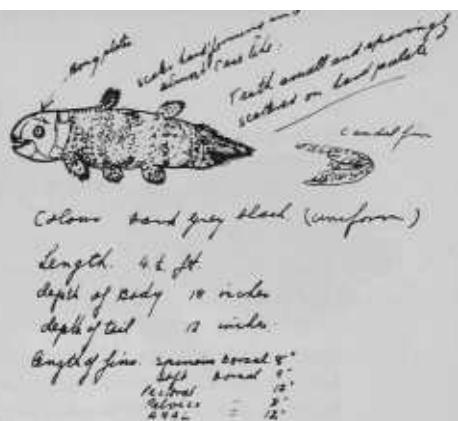
तिनं माशाचं एक चित्र काढून पन्नास  
मैलावरील ग्रॅहम्स्टाऊन येथील रोडस  
विद्यापीठातील प्राध्यापक जे. एल. बी. स्मिथ  
यांना पाठवलं. प्रा. स्मिथ खरंतर  
रसायनशास्त्राचे प्राध्यापक, पण माशांसंबंधीही  
त्यांचा सखोल अभ्यास होता. दुर्दैवने प्रा.  
स्मिथ तेव्हा सुटीवर होते. दरम्यान लॅटिमरच्या  
वरिष्ठ अधिकाऱ्यांना ह्या माशात विशेष असं  
काही नाही आणि ह्या दुर्गंधित प्राण्याला  
संग्रहालयात ठेवू नये असं वाटलं. मासा  
सुरक्षित राहवा म्हणून मार्जीने त्याला एका  
चादीरी गुंडाळून फॉर्मलीनमध्ये बुडवून ठेवलं  
परंतु ३-४ दिवसातच तो सडायला लगल्याचं  
तिच्या लक्षात आलं. तिने मग प्राण्यांमध्ये

भुस्सा भरणाऱ्या स्थानिक माणसाला बोलावून  
माशामध्ये भुस्सा भरवून घेतला. पण हे  
करताना माशाचे आतले अवयव काढले गेले.

इकडे प्रा. स्मिथना लॅटिमरचं पत्र आणि  
माशाचं चित्र मिळालं. ते चित्र पाहिल्यावर  
मेंदूत जणू स्फोट झाल्यासारखं आपल्याला  
वाटलं, असं त्यांनी नंतर नमूद केलं आहे.  
कारण कोटी वर्षापूर्वी जे प्राणी नामशेष झाले  
आहेत असं समजण्यात येत होतं अशा एका  
प्राण्याचं चित्र ते बघत होते. त्यांनी ताबडतोब  
लॅटिमरला तार करून कळवलं की ते तिथे  
पोहोचेपर्यंत तिनं काही करून माशाचे आतले  
अवयव जतन करून ठेवावेत. अखेर १६  
फेब्रुवारी १९३९ ला ते लॅटिमरच्या ईस्ट लंडन  
येथील कार्यालयात पोहोचले. एका टेबलावर  
ठेवलेल्या त्या माशाचं टेबलाभोवती फिरून



Miss M. Courtenay-Latimer



Miss Latimer's sketch and notes

लॅटिमरने काढलेले सीलाकेन्थचे चित्र व त्यावरील नोंदी

निरीक्षण केलं आणि लॅटिमरना म्हणाले, ‘मुली जगभरात सर्वत्र ह्या शोधाची चर्चा होईल’ आणि तसंच झालं.

स्मिथनी ह्या माशाला लॅटिमारिया चालुम्नी असं नाव दिलं. पोटजातीचं नाव मार्जरीचं आडनाव लॅटिमर यावरून तर प्रजातीचं नाव चालुम्नी नदीच्या नावावरून.

ह्या माशाचे आतले अवयव काढून टाकल्यामुळे स्मिथना वाटलं की असाच अजून एखादा मासा मिळाला तर त्याचा पूर्णपणे अभ्यास करता येईल. त्यांनी आफ्रिकेच्या पूर्व किनाऱ्यावरील गावांमध्ये सगळीकडे माशाच्या चित्रांची पोस्टर्स लावली आणि असा मासा पकडून आणणाऱ्याला बक्षीसही जाहीर केलं. त्यांच्या परिचयाचे एक कॅप्टन एरिक हंट यांच्या सांगण्यानुसार आफ्रिकेच्या पूर्व किनाऱ्याजवळील कोमोरो द्वीपसमूहातही अशीच पोस्टर्स लावली गेली. २१ डिसेंबर १९५२ ला आंजुआन नावाच्या बेटावरील दोन स्थानिक रहिवासी एक मोठा मासा घेऊन हंट यांच्याकडे आले. हा मासाही सीलाकेन्थ मासाच होता. त्याला स्थानिक भाषेत मेम किंवा गोबोसा म्हटलं जाई. कोमोरो द्वीपसमूहालगतच्या प्रदेशात ह्या प्रकारचे मासे अनेकदा सापडतात असंही हंटला माहीत झालं, माशाला सुरक्षित ठेवण्यासाठी त्यानं कुदूसतरी फॉर्मलीनची व्यवस्था केली आणि ते माशाला इंजेक्शनद्वारे टोचलं. कोमोरो द्वीपसमूहावर त्यावेळी फ्रान्सची सत्ता होती.

स्मिथ जर स्वतः हा मासा ताब्यात घेण्यासाठी आले नाहीत, तर तो जस करण्यात येईल असं तिथल्या फ्रेंच अधिकाऱ्यांनी सांगितलं. हंट यांनी स्मिथना ताबडतोब निघून येण्याविषयी तार केली. १४ वर्षे ज्याची प्रतीक्षा केली तो मासा गमवावा लागू नये म्हणून प्रा. स्मिथनी दक्षिण आफ्रिकेचे पंतप्रधान मलान यांना कोमोरोला जाण्यासाठी विमानाची सोय करण्याची विनंती केली. मलान यांनी ही विनंती मान्य केली. स्मिथ विमानाने कोमोरोला पोहोचले तेव्हा आतले सर्व अवयव सुस्थितीत असलेला अखंड मासा पाहून त्यांच्या डोळ्यात आनंदाश्रू आले. शिवाय स्थानिक रहिवाशांना ह्या माशाची माहिती असल्याने असेच आणखी मासे तिथे मिळू शकतील हेही त्यांच्या लक्षात आलं. सीलाकेन्थच्या आतल्या अवयवांचं निरीक्षण करून प्रा. स्मिथनी अनेक शोधनिबंध प्रकाशित केले. परंतु आपल्या प्रदेशात सापडलेल्या माशावरून दक्षिण आफ्रिकेच्या शास्त्रज्ञांनी संशोधन केलं हे फ्रान्सला आवडलं नाही. आपली फसवणूक झाली असं समजून फ्रान्सनं इतर देशांच्या शास्त्रज्ञांना सीलाकेन्थसंबंधी संशोधन करण्यावर बंदी घातली. १९७० मध्ये कोमोरो बेटं स्वतंत्र होईपर्यंत ही बंदी कायम होती.

१९५७ मध्ये एका अपघातात हंट यांच्या जहाजाला जलसमाधी मिळाली. १९६८ मध्ये दीर्घ आजाराला कंटाळून

प्रा. स्मिथन आत्महत्या केली. १९८८ मध्ये कॅप्टन गुजेन यांचा मृत्यू झाला, तर २००४ मध्ये ९७ व्या वर्षी मार्जरी लॅटिमर यांचा मृत्यू झाला.

### जीवशास्त्राच्या दृष्टिकोनातून

सीलाकेन्थ माशाची लांबी साधारण ५ फूट व वजन अंदाजे ४५ कि. असते. थंड वातावरणात राहणं पसंत असल्यामुळे ते दिवसा समुद्राच्या पृष्ठभागाखाली ६५० ते १३०० फूट इतके खोल, खडकांत तयार झालेल्या गुहांमध्ये आराम करतात आणि

रात्रीच्या वेळी शिकारीच्या शोधात पृष्ठभागावर येतात. आफ्रिकेच्या पूर्व किनाऱ्यावर अशा प्रकारच्या गुहा मोठ्या प्रमाणात असल्याने तिथे ह्या माशांना अनुकूल असं पर्यावरण मिळत. सर्व प्रकारचे मासे हे याचं भक्ष्य असतं. जबड्याचा सांधा लवचिक असल्याने ते मोठा आ वासू शकतात आणि त्यामुळे मोठे मासे गिळंकृत करू शकतात.

रात्रीच्या वेळी पृष्ठभागावर येत असल्यामुळे जे मच्छिमार लहान बोटी घेऊन रात्री समुद्रात मासेमारी करतात, त्यांच्या जाळ्यात सीलाकेन्थ सापडतात. त्यांना



२००१ साली आफ्रिकेच्या पूर्व किनाऱ्यावर केनियाच्या मच्छिमारांनी पकडलेला सीलाकेन्थ.

येणाऱ्या दुर्गंधीमुळे त्यांचा खाण्यासाठी उपयोग होत नाही आणि त्यामुळे त्यांना काहीही व्यावसायिक महत्त्व नाही.

सीलाकेन्थ माशांची अंडी एक वर्षापर्यंत मादीच्या गर्भातच असतात आणि तिथेच फुटून त्यामधून पूर्ण विकसित सीलाकेन्थचे पिढू बाहेर येते.

सध्या जिवंत सीलाकेन्थच्या संख्येचा अंदाज घेण अवघड असलं तरी वेळोवेळी झाले ल्या गणनांनुसार आफ्रिके च्या किनाऱ्यावर साधारण एक हजार सीलाकेन्थ असावेत. त्यांची शिकार होऊ नये आणि संख्या वाढावी यासाठी जगभरातील शास्त्रज्ञ,

दक्षिण आफ्रिका सरकारच्या मदतीने योजना आखून प्रयत्न करत आहेत.

अशाच प्रकारचा सीलाकेन्थ मासा सप्टेंबर १९९७ मध्ये इंडोनेशियातील सुलवेसी बेटाजवळ पकडण्यात आला. अमेरिकन जीवशास्त्रज्ञ मार्क अर्डमन आणि त्यांची पत्नी सुद्धी घालवण्यासाठी तिथे गेले होते. बाजारात फिरताना त्या माशावर त्यांची नजर गेली. परंतु एवढ्यातच कोणीतरी तो मासा खरेदी केला. अर्डमननी सुद्धा मग सीलाकेन्थ पकडून देणाऱ्या व्यक्तीला बक्षीस देण्याचं जाहीर केलं. ३० जुलै १९९८ ला काही मच्छिमार एका जिवंत माशाला घेऊन अर्डमनकडे आले.



ह्या माशाचा रंग कोमोरो सीलाकेन्थपेक्षा वेगळा होता. ह्या प्रजातीला लॅटिमारिया मेनाडोएन्सिस (मेनाडो बेटाजवळ आढळला म्हणून) असं नाव देण्यात आलं. स्थानिक मच्छिमारांना ह्या माशाची माहिती होती आणि ते त्याला 'राजा लाऊट' (समुद्राचा राजा) म्हणत असत.

पृथ्वीवरील सजीवांच्या पूर्वजांबद्दल शास्त्रज्ञांमध्ये असलेल्या दोन मतप्रवाहांमधील

वादाच्या (पूर्वज कोण? फुफ्फुसे असलेले मासे की सीलाकेन्थ?) निष्कर्षापर्यंत येण्यासाठी ह्या माशांच्या गुणसूत्रांचा अभ्यास करणं आवश्यक होतं. परंतु अडचण अशी होती की, कोणत्याच सीलाकेन्थचे अवयव गुणसूत्रांचं निरीक्षण करता घेण्याइतके काळजीपूर्वक जतन करण्यात आले नव्हते.

रोड्स विद्यापीठामधील प्रा. रोजमेरी डॉर्सिंग्टन ह्या दक्षिण आफ्रिकेत सुरु करण्यात

### जीवाशम म्हणजे काय?

मृत सजीवांचं शरीर जेव्हा मातीच्या ढिगाखाली गाडलं जातं तेव्हा त्या शरीरातील मांसल भाग कुजून मातीत मिसळतो, तर कठीण भागाचे काही कोटी वर्षांनंतर खडकात रूपांतर होतं. नामशेष झालेले प्राणी किंवा वनस्पतींच्या कोणे एके काळी जिवंत असलेल्या अस्तित्वाचा पुरावा म्हणजे जीवाशम होय. काही कारणाने हे खडक जेव्हा पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर येतात, तेव्हा त्यांच्या अभ्यासातून त्या सजीवांच्या शरीरचनेसंबंधी बरीच माहिती मिळते. सजीवांची हाडे, अंडी याशिवाय गोगलगायी आणि शंखांची कवचे जीवाशम रूपात मिळतात. भारताच्या अनेक भागांत नामशेष झालेल्या वनस्पतींची खोडे जीवाशम रूपात आढळतात. एखादा कीटक ओल्या मातीवरून सरपटत गेला आणि त्याचे ठसे उमटले, काही काळानंतर त्या मातीचं खडकात रूपांतर झाल्यावर त्या उमटलेल्या ठशांनाही जीवाशम म्हणता येईल.



हेलिकॉप्टर (चतुर) कीटकाचा जीवाशम.

आलेल्या सीलाकेन्थ परियोजनेच्या प्रमुख होत्या. त्यांनी कोमोरो बेटांवरच्या गावांमध्ये फिरून ह्या योजनेची माहिती दिली आणि स्थानिक शास्त्रज्ञांना सीलाकेन्थ पकडल्यावर त्याचे अंतर्गत अवयव सुरक्षित जतन करण्याचे प्रशिक्षण दिले. मोरोनी नावाच्या गावातील त्यांचा प्रतिनिधी सम्यद अहमदा नावाचा पर्यावरणशास्त्रज्ञ होता. सन २००३ मध्ये कोमोरो द्वीपसमूहातील एक मच्छिमार एक सीलाकेन्थ घेऊन सम्यद अहमदा यांच्याकडे आला. अहमदा यांनी त्याचे अंतर्गत अवयव काळजीपूर्वक काढले आणि स्थानिक विज्ञान केंद्रात फ्रीजरमध्ये ठेवले. काही दिवसातच अहमदा यांना या परियोजनेच्या संमेलनात भाग घेण्यासाठी ईस्ट लंडनला जाण्याची संधी मिळाली. बर्फाच्या खोक्यातून सोबत नेलेले सीलाकेन्थचे अवयव त्यांनी प्रो. डॉरिंग्टन यांच्याकडे सुरूद केले.

ह्या अवयवांच्या पेशी काढून त्यांच्या गुणसूत्रांचा अभ्यास कुठे करायचा? ही इथून पुढची खरी अडचण होती. जगभरातील मोजक्याच प्रयोगशाळांमध्ये ह्या कामासाठी लागणारी आवश्यक आधुनिक उपकरणे उपलब्ध होती. प्रो. डॉरिंग्टननी वॉर्शिंग्टन

विद्यापीठातील क्रिस अमेमिया यांच्याशी संपर्क साधला.

अमेमिया यांनाही सीलाकेन्थसंबंधी कुतुहल होतंच. त्यामुळे त्यांनी लगेचच हे काम करण्याची तयारी दर्शवली. आपले खेरे पूर्वज कोण? फुफ्फुसे असलेले मासे की मांसल पर असलेले सीलाकेन्थ – यासंबंधी निष्कर्ष त्यांना गुणसूत्रांचा अभ्यास करून काढायचे होते. जवळजवळ १०० शास्त्रज्ञ आणि संगणकतज्ज्ञांच्या चमूनी अभ्यास करून सीलाकेन्थच्या गुणसूत्राचा आराखडा तयार केला. त्यानंतर त्याची तुलना इतर मासे, फुफ्फुसे असलेले मासे, पृष्ठवंशीय प्राणी आणि मानवांच्या गुणसूत्रांशी करण्याचं काम सुरू करण्यात आलं. फुफ्फुसे असलेल्या माशांचं गुणसूत्र इतकं मोठं असतं की त्याचं विश्लेषण करून आराखडा तयार करण्यात अजून यश आलेलं नाही. परंतु सीलाकेन्थच्या गुणसूत्राच्या आतापर्यंतच्या अभ्यासावरून असा अंदाज काढता येईल की फुफ्फुसे असलेले मासेच आपले निकटचे पूर्वज असावेत तर सीलाकेन्थ कोणीतरी चुलत, माझे पूर्वज.

■ ■ हिंदी संदर्भ अंक ९२ मधून साभार

**लेखक :** अरविंद गुसे, प्राणीशास्त्राचे प्राध्यापक, उजैन महाविद्यालयाचे निवृत्त प्राचार्य, एकलव्यशी निगडित.

**अनुवाद :** वैशाली डॉंगरे, प्रयास, पुणे येथे कार्यरत, भाषांतराची आवड.

# पृथ्वीबद्दलची १८ आश्र्ये

आपल्या पृथ्वी ग्रहावर ७०० कोटीपेक्षाही जास्त लोक राहतात, पण त्यातल्या बहुसंख्य लोकांना पृथ्वीबद्दल अगदी कमी माहिती असते! या पृथ्वीवर, कदाचित या विश्वातदेखील मानव प्राणी ही एकच जात अशी आहे की जिला आपण राहत असलेल्या ग्रहाबद्दल कुतूहल आहे, माहिती मिळवण्याची जिद आहे. त्यांनी कितीतरी आश्र्यकारक गोष्टी शोधून काढल्या आहेत. आपण त्यातल्या फक्त १८ गोष्टींची आत्ता माहिती करून घेणार आहोत.

- पृथ्वी आपल्याला चेंडूसारखी गोल भासते, पण केंद्रोत्सारी बलामुळे तिचा विषुववृत्तावरचा व्यास ध्रुवावरच्या व्यासाहून अधिक आहे. त्यामुळे ती लंबगोल आहे.
- विषुववृत्तावर उभे असलो तर पृथ्वीच्या केंद्राभोवती आपण ताशी १६०० किमी वेगाने फिरतो; आणि उत्तर किंवा दक्षिण ध्रुवावर उभे राहिलो तर आपण एका जागी स्थिर असतो २४ तासात आपली स्वतःभोवती फक्त एक गिरकी होईल.



पृथ्वीची त्रिज्या -

विषुववृत्ताजवळ - २०९२५६५६.१७ फूट

ध्रुवाजवळ - २०८५५४९५.४१ फूट



वेगवेगळ्या ठिकाणी

पृथ्वीचा फिरण्याचा वेग

३. आपल्याला जे दगड दिसतात ते सगळे काळाच्या ओघात जन्म-मृत्युच्या चक्रातून जाणार आहेत. ज्वालामुखीतून शिलारस बाहेर पडतो, तो थंड होऊन त्याचे घटू दगड होतात, वातावरण आणि नद्यांच्या

प्रभावामुळे दगड झिजतात, त्यांची माती सागरात जाऊन स्थिरावते आणि प्लेट टेकटॉनिक्सच्या प्रभावाने नवे दगड जुन्या दगडांना पुन्हा पृथ्वीच्या पोटात ढकलतात. ही क्रिया



अतिशय सावकाश पण सतत चालूच असते.

४. लिबियामध्ये अल अझीझिया येथे जमिनीवरचे १३६ फॅ. (५८ सें.) हे सर्वाधिक तापमान नोंदवले गेले आहे.

लिबियामधील अल अझीझिया येथे सर्वाधिक तापमान

कॅनडातील हडसन बे येथे सर्वात कमी गुरुत्वाकर्षण

अंटार्किटिकाच्या वोस्तोक स्टेशनवर सर्वात कमी तापमान



वोस्तोक स्टेशन

७०% आणि एकूण बर्फाच्या  
९०% इतका साठा आहे.  
अंटार्किटिका खंड निर्मनुष्य  
असेल पण अमूल्य आहे.

७. पृथ्वीवर गुरुत्वाकर्षणाचे  
प्रमाण सर्वत्र सारखे नाही.  
कॅनडातल्या हडसन बे येथील  
गुरुत्वाकर्षण पृथ्वीच्या इतर  
भागांच्या तुलनेने कमी आहे.

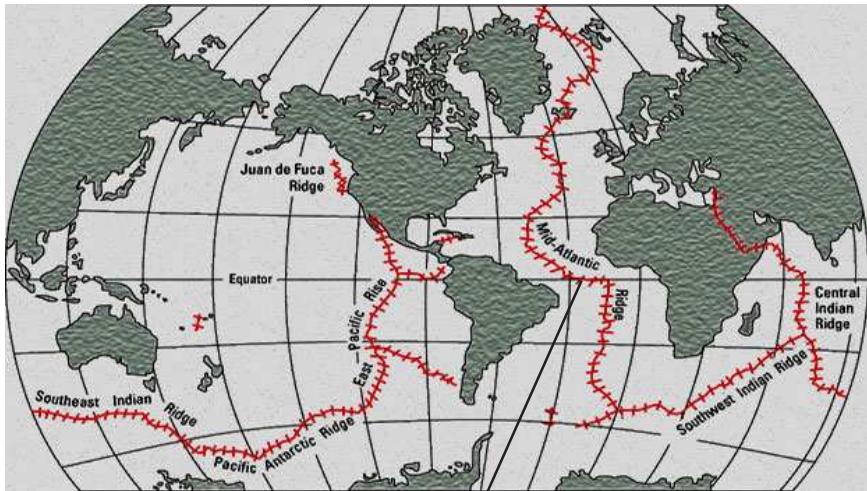
५. अंटार्किटिकाच्या वोस्तोक स्टेशनवर  
सर्वात कमी तापमान उणे  $128.6^{\circ}\text{F}$ .  
(उणे  $89.2^{\circ}\text{S}$ .) नोंदवले गेले आहे.
६. मनुष्यवस्ती जवळजवळ अजिबात  
नसलेल्या अंटार्किटिका खंडावर  
पृथ्वीवरच्या एकूण शुद्ध पाण्याच्या





**मृत्युदरीतली आपोआप सरकणारी शिळा**

- ८. काही शास्त्रज्ञांना असं वाटतं की पृथ्वीला कोणे एके काळी दोन चंद्र होते. छोटा चंद्र केवळ काही दशलक्ष वर्षे होता, आणि मग सध्याच्या चंद्रावर आढळला. खरं तर काही जणांना अजूनही असं वाटतं की पृथ्वीला आत्ताही दोन चंद्र असतील, कारण कित्येकदा एखादी उल्का पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या पकडीत सापडते आणि काही महिनेपर्यंत पृथ्वीभोवती फिरत राहते.
- ९. भूकंप आपल्या सर्वांना माहिती आहेतच, पण चंद्रकंप ठाऊक आहेत? ते फक्त चंद्राच्या पृष्ठभागावर होतात. पण त्यांच्यामुळे पृथ्वीवर सागरांच्या भरती-ओहोटीच्या वेळापत्रकावर परिणाम होतो.
- १०. अमेरिकेच्या कॅलिफोर्निया राज्यातील मृत्यू-दरीत (डेथ व्हॅलीमध्ये) शेकडो किलो वजनाचे दगड वाळवंटात आपोआप लांबवर सरकत जाताना आढळतात त्यांचा मार्गही दिसतो. नुकत्याच उजे डात आलेल्या संशोधनावरून असं सिद्ध झालं आहे की किंचितशा पावसामुळे पाण्याचा एक थर वाळवंटाच्या पृष्ठभागावर तयार होतो, रात्री त्याचा एक बर्फाचा अतिशय पातळ थर बनतो, दगडांच्या वजनामुळे त्यांच्या खालचे बर्फ वितल्ये आणि उतार आणि वाच्यांच्या प्रभावामुळे हे दगड कित्येक मीटर प्रवास करतात. (यावरचा एक लेख काही महिन्यांपूर्वी एका वर्तमानपत्रामध्ये येऊन गेला होता.)



भर समुद्रातील पर्वतरांगा

११. पृथ्वीवर पर्वतांची सर्वात जास्त लांबीची रांग महासागरांच्या मधून जाते. मिड-ओशन रेंज म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या या पर्वतरांगा

पृथ्वीला प्रदक्षिणा घालतात आणि त्यांची एकूण लांबी सुमरे ७० ते ८०,००० किमी आहे. त्या रांगेच्या बाजूला मोठ्या प्रमाणावर जागृत



ज्वालामुखी आहेत आणि तेथे अक्षरशः सतत नवीन जमीन तयार होत असते, समुद्राच्या तळाशी आणि जमिनीवर सुद्धा !

१२. दक्षिण इटलीमधला ऊम्बोली या नावाचा ज्वालामुखी सतत जागृत असलेला ज्वालामुखी आहे. गेली

२००० वर्षे तो जवळजवळ न थांबता उसळतो आहे, त्यामुळे त्याला भूमध्य समुद्रातला दीपस्तंभ असं टोपण नाव मिळालं आहे. (मुखपृष्ठ - फोटो)

१३. आफ्रिका खंडात कॅमेरून, रवांडा आणि कांगो लोकसत्ताक यांच्या हृदीवर काही सरोवरे आहेत ती ज्वालामुखीत तयार झालेल्या जागेवर आहेत. त्यामुळे

ज्वालामुखीतून उत्पन्न होणारे वायू त्या सरोवराच्या खाली असलेल्या मोठ्या मोठ्या कप्पे-कपान्यांमध्ये अडकले आहेत. ते विषारी वायू जेव्हा उसळून येतात तेव्हा जवळून जाणाऱ्या प्रवाशांसाठी प्राणघातक ही ठरू शकतात.

१४. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाचा ७०% हिस्सा पाण्याने व्यापलेला आहे, पण मानव त्याच्या जेमतेम ५ टक्क्यांचा शोध घेऊ शकलेला आहे. मानवाच्या बुद्धीच्या आणि कर्तृत्वाच्या मर्यादांची स्पष्टतेने जाणीव करून देणारी एक गोष्ट अशी आहे की सागराच्या पाण्यामध्ये सुमारे २ कोटी टन सोने आहे. फार कशाला,



कॅमेरून देशातील निविस्त ज्वालामुखीवरचे सरोवर



मरियाना ट्रॅच

समुद्रात न विरघळलेले सोनेही इतके  
आहे की पृथ्वीवरच्या प्रत्येकाच्या  
वाण्याला हजारो रुपयाचे सोने येईल.  
आता बोला!

१५. मरियाना ट्रॅचमध्ये चॅलेंजर डीप नावाची  
जी जागा आहे ती पृथ्वीच्या  
पृष्ठभागावरची सर्वात खोल जागा आहे.

समुद्रसपाटीपासून ती ११ किमी खोल  
आहे आणि आतापर्यंत फक्त ३ जणांनी  
तिथे जाण्याचा प्रयत्न केला आहे.

१६. पृथ्वीवरील सर्वात मोठी सजीव संरचना  
म्हणजे प्रवाळ भिंती किंवा प्रवाळ बेटे.  
प्रवाळ नावाच्या छोटच्या  
कीटकासारख्या लक्षावधी जलस्थित



प्रवाळ बेट



ओरेगॉन राज्यात वाढलेली भूछत्रासारखी बुरशी

प्राण्यांच्या या वसाहती असतात -

उपग्रहातून किंवा अवकाशातूनही दिसू शकतात इतक्या मोठ्या! पर्जन्यवनात आढळते त्यापेक्षाही अधिक जैवविविधता आणि जैवघनता या प्रवाळ बेटात सापडते. अर्थात ते साहजिकच आहे कारण जमिनीवर आढळणाऱ्या सर्व सजीव सृष्टीचे पूर्वज पाण्यातूनच आले हे आपल्याला ठाऊक आहे.

१७. प्रवाळ बेटे सोडली तर पृथ्वीवरील सर्वात मोठी सजीव वस्तू म्हणजे अमेरिकेतल्या ओरेगॉन राज्यात वाढलेली भूछत्रासारखी बुरशी. तिने सुमारे ९०० हेक्टर जमीन

आच्छादलेली आहे.

१८. ग्रहांमधील पोकळीत फिरत असणारे जवळजवळ १०० टन इतके वस्तुमान दररोज अवकाशातून पृथ्वीवर पडत असते. बहुधा धूमके तूच्या सूर्याभोवतीच्या प्रदक्षिणेत बाष्पीभवन होऊन नंतर परत गोठलेल्या बर्फाचे ते कण असतात. आपल्याला अवकाशातले प्राणी अजूनपर्यंत दिसले नाहीत याचे हेच कारण असेल की काय?

हेलन डब्ल्यू यांच्या इंटरनेटवरील लेखावरून साभार



लेखक : अमलेंदु सोमण, मेटलर्जिकल इंजिनिअर, संदर्भ संपादक गटात कार्यरत.

# लोकसंख्येचे

## गौडबंगाल

लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे

१८ व्या शतकात रेहरंड माल्थस यांनी सैधांतिक मांडणी करून लोकसंख्येबाबत धोक्याचा इशारा दिला होता. माल्थसच्या सिधांतानुसार संसाधनांची विपुलता असेल, तर लोकसंख्या वाढते, आणि कालांतराने संसाधनांची टंचाई निर्माण होते. त्याचवेळी कामगारांची उपलब्धता वाढल्यामुळे रोजगार कमी मिळतो, आणि संसाधने मात्र महाग होत जातात. त्यामुळे समाजाचा एक हिस्सा सततच दारिद्र्यात खितपत पडलेला दिसणार, आणि सामाजिक विषमता कायमच रहाणार,

असे माल्थसचे म्हणणे होते. त्याने यावर अत्यंत वादग्रस्त उपाय सुचवले होते. उदा. गरिबांचे आरोग्य सुधारण्यासाठी आणि आयुष्यमान वाढवण्यासाठी काहीही प्रयत्न करता कामा नयेत. यामुळे लोकसंख्या आटोक्यात राहील, आणि समाज समृद्धीकडे जाऊ शकेल. माल्थसच्या उपाययोजना वादग्रस्त असल्या तरी त्याचे मूळ गृहीतक ‘लोकसंख्या वाढली की दारिद्र्य वाढणार’ बव्हंशी सर्वमान्य होते, आणि आहे. गेल्या काही दशकांमध्ये लोकसंख्येची तसेच उत्पन्नाची जागतिक पातळीवरची बन्यापैकी अचूक आकडेवारी उपलब्ध आहे. ही आकडेवारी काय दाखवते, याबाबतचा एक माहितीपट बीबीसी व नॅशनल जियोग्राफिकच्या वरीने यूट्यूबवर उपलब्ध आहे. त्याचे शीर्षक आहे. धिस वर्ल्ड डोन्ट पॅनिक द ट्रुथ अबाऊट पॉप्युलेशन. लिंक आहे. <https://www.youtube.com/watch?v=Wd7K4cgrjng>



साधारण तासाभराच्या या माहितीपटात प्राध्यापक हान्स रोझलिंग उपलब्ध सांख्यिकी माहितीच्या मदतीने आणि अतिशय मनोवेधक पध्दतीने लोकसंख्येचे गौडबंगाल उलगडून दाखवतात. लोकसंख्येबाबत आपल्या मनात खोलवर रुजलेली कित्येक गृहीतके कशी चुकीची आहेत, हे ते पुराव्यांनिशी दाखवून देतात.

साधारण १९६०-७० मध्ये ३ अब्जच्या घरात असलेली जगाची लोकसंख्या केवळ पन्नास-साठ वर्षांमध्ये दुपटीच्या वर गेली. जगाची लोकसंख्या आता ७ अब्जच्या घरात आहे, आणि या शतकांच्या अखरेपर्यंत ती साधारण १० अब्जपर्यंत पोहोचलेली असेल. गेल्या काही दशकांमध्ये असे काय घडले, की ज्यामुळे मानवी लोकसंख्या इतक्या झपाटचाने वाढली, आणि यापुढच्या काळात हा वाढीचा झापाटा का मंदावणार आहे?

दुसऱ्या महायुद्धानंतर आपण बन्याच जीवघेण्या आजारांवर मात करण्यात यशस्वी झालो. शस्त्रक्रिया व तत्सम वैद्यकीय उपायांची परिणामकारकता वाढली आणि धोका कमी झाला. मानवी आयुष्यातल्या इतरही काही जोखमी कमी झाल्या. या सान्याचा परिणाम म्हणजे मानवाचे सरासरी आयुष्यमान वाढले. दुसरीकडे गरदोगणातील स्नियांच्या व अर्भकांच्या मृत्यूंचे आणि गर्भपातांचे प्रमाण कमी झाले, बालमृत्यूंचे ही प्रमाण कमी झाले, त्यामुळे जननदर वाढला. मात्र जेव्हा आपण जन्माला घालत असलेल्या मुलांचे जगण्याचे प्रमाण वाढत आहे, असे आईवडिलांना दिसू लागले, आणि कुटुंबनियोजनाची सोपी साधनेही जगभरात उपलब्ध होऊ लागली, तेव्हा आपोआपच प्रत्येक स्त्रीमागे मुलांचे प्रमाणही कमी झाले. परिणामस्वरूप १९९० च्या दशकानंतर लोकसंख्या वाढीचा वेगही मंदावला आहे. ही परिस्थिती फक्त विकसित देशांतर्च आहे, असे नाही, तर अगदी गरीबी समजाल्या जाणाऱ्या देशांची सांख्यिकी माहितीही हेच चित्र दर्शवते.

लोकसंख्या वाढीचा वेग जगभरात आता खाली आला आहे, त्याचप्रमाणे दारिद्र्यरेषेखाली जीवन जगणाऱ्यांच्या परिस्थितीतही

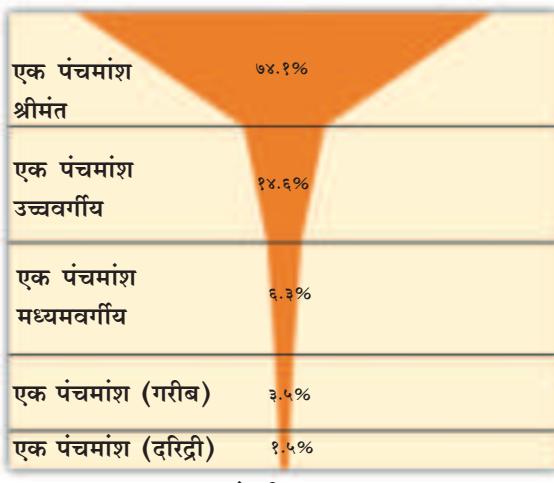


### जगभरातल्या सर्वांनी

जर एखाद्या सर्वसाधारण  
अमेरिकन माणसाप्रमाणे  
जगायचे असे ठरवले, तर  
त्यासाठी तीन पृथ्व्या  
लागतील.

अमेरिकन माणसाप्रमाणे  
३०% कॅ लरीज  
मांसाहारातून मिळणारा  
आहार प्रत्येकाने घेतला, तर  
फक्त २६,००,०००  
लोकांनाच अन्न पुरेल.  
प्रत्येक माणसाने शाकाहारी  
आहार घेतला तर मात्र सर्वांना पुरेल एवढे अन्न उत्पादन होऊ शकते.

याशिवाय [earthsave.org](http://earthsave.org) ही साईट जरूर पहा.



साधनसंपत्तीचा वापर

हव्हूह्यू का होईना पण सुधारणा होत आहे, हे रोझलिंग यांच्या आकडेवारीतून दिसून येते. ७ अब्जच काय ११ अब्ज माणसांना पुरतील इतकी संसाधने पृथ्वीवर उपलब्ध होऊ शकतात. प्रश्न आहे तो, संसाधनांच्या पुरवठ्यातील समानतेचा आणि पुरवठा साखळ्यांच्या कार्यक्षमतेचा. जागतिक पातळीवरच्या दारिद्र्यासाठी आणि संसाधनांच्या कमतरतेसाठी विकसनशील देशांच्या अजून वाढत असलेल्या लोकसंख्येकडे बोट दाखवणे, म्हणजे समृद्ध

देशांनी आपली जबाबदारी झटकून टाकणे आहे. समृद्ध देशांतील लोकांनी आपली संसाधनांची हाव कमी करणे हे च दारिद्र्यनिर्मूलनाच्या दिशेने पहिले प्रभावी पाऊल असेल, हे रोझलिंग ठामणे आणि वस्तुनिष्ठ युक्तिवादातून मांडतात.

हा माहितीपट सर्वांनी जरूर पहावा, आणि इतरांनाही दाखवावा, असा आहे.



लेखक : प्रियदर्शिनी कर्वे,  
समुचित एन्हायरोटेक संस्थेच्या संस्थापक संचालक.  
[priyadarshini.karve@gmail.com](mailto:priyadarshini.karve@gmail.com)

# पुरी का फुगते ?

लेखक : अंबरीश सोनी • अनुवाद : ज्योती देशपांडे

पुरी खाण हे सर्वानाच आवडतं. बहुतेक विशेष प्रसंगी जेवणावळीमध्ये पुरीच प्राधान्याने केली जाते. फुगलेली, मस्त पुरी सर्वजन आवडीने खातात. पण आपण कधी हा विचार केला आहे का, की पुरी तेलात टाकल्यावर का फुगते? आपण जाणून घेऊ या.

पुरी बनवण्याचे काही टप्पे आहेत. म्हणून आपण या प्रश्नाचं उत्तर टप्प्याटप्प्यात बघू.

पुरी बनवण्यासाठी प्रथम आपल्याला कणिक भिजवावी लागते. गव्हाची कणीक पाण्याने चांगली मळून घ्यायची आणि घट्ट गोळा बनवायचा. गव्हामध्ये ग्लुटेन नावाचं प्रोटीन असतं त्यामुळे मळलेल्या कणकेला थोडा चिकटपणा येतो. या कणकेच्या

चिकटपणामुळे आपल्याला हव्या त्या आकाशात आपण पुरी लाटू शकतो.

जेव्हा आपण पुरी गरम तेलात सोडतो तेव्हा आधी ती कढईत तेलाच्या तळाशी जाते. आणि जशीजशी गरम होईल तशी ती तेलावर तरंगायला लागते आणि फुगायला लागते.

गरम तेलात बुडल्यावर उष्णता लागल्याने कणीक शिजते आणि कणकेतील पाण्याचे बाष्णीभवन होते आणि त्यातील पाण्याचे वाफेत रूपांतर होते. पुरीचा जो भाग तेलात जास्तवेळ असतो ती बाजू जाड आणि पुरीचे काठही थोडे जाड असतात आणि दुसरी बाजू पातळ असते (पापुद्रा). दुसऱ्या बाजूच्या पापुद्रामुळे बाष्णीभवनामुळे तयार झालेली वाफ बाहेर जाऊ शकत नाही आणि दोन्ही बाजूंच्या मध्ये भरली जाते. त्यामुळेच पुरी टम्म फुगते. अशी टम्म पुरी पाहूनच खावीशी वाटते.



---

लेखक : अंबरीश सोनी

अनुवाद : ज्योती देशपांडे

# ग्रहमंडल दिव्यसभा

लेखक : वरदा वैद्य

विश्वाच्या अफाट पसाऱ्यात मानवाला पृथ्वी वगळता इतरत्र जीवसृष्टी आजवर तरी सापडलेली नाही. केवळ पृथ्वीवरच जीवसृष्टी का? पृथ्वीवासीय हे ह्या विश्वामध्ये एकटेच आहेत का? हे मानवाला पडलेले चिरंतन प्रश्न आहेत. ह्याचे कोणतेही ठोस उत्तर देणे सध्या तरी शक्य नाही. ह्या प्रश्नाचे उत्तर मिळवण्याचे प्रयत्न मात्र फार पूर्वीपासून होत आहेत. ह्या विश्वाबद्दल, त्याच्या उगमाबद्दल, त्याच्या नियमांबद्दल वाटणाऱ्या कुठूलाने मानवाला प्रगतीची नवनवीन शिखरे पादाक्रांत करण्याचे सामर्थ्य दिले आहे. आपल्या सूर्याला पृथ्वीप्रमाणे अनेक ग्रहाले आहेत. पूर्वी पृथ्वी धरून केवळ सहा ग्रहांची माहिती आपल्याला होती, कारण ते ग्रह नुसत्या डोळ्यांनी स्पष्ट दिसत. विज्ञानातील प्रगतीमुळे पुढे आणखी ग्रहांचा शोध लागला. नवनव्या शोधांमधून अनेकानेक प्रश्नही निर्माण झाले. ग्रहाले असणारा केवळ आपला सूर्यच

एकमेवाद्वितीय, की इतर ताज्यांनाही ग्रहाले असतील? इतर ताज्यांच्या ग्रहांवर सजीवसृष्टी असेल का? विश्वाचा प्रचंडपणा, त्यातील दीर्घिकांची (galaxy) संख्या आणि दीर्घिकांतील ताज्यांची संख्या पाहता आपला सूर्य हा ग्रहाले असण्याच्या बाबतीत आणि त्यावर जीवसृष्टी असण्याच्या बाबतीत एकमेवाद्वितीय असण्याची शक्यता अगदीच कमी वाटते.

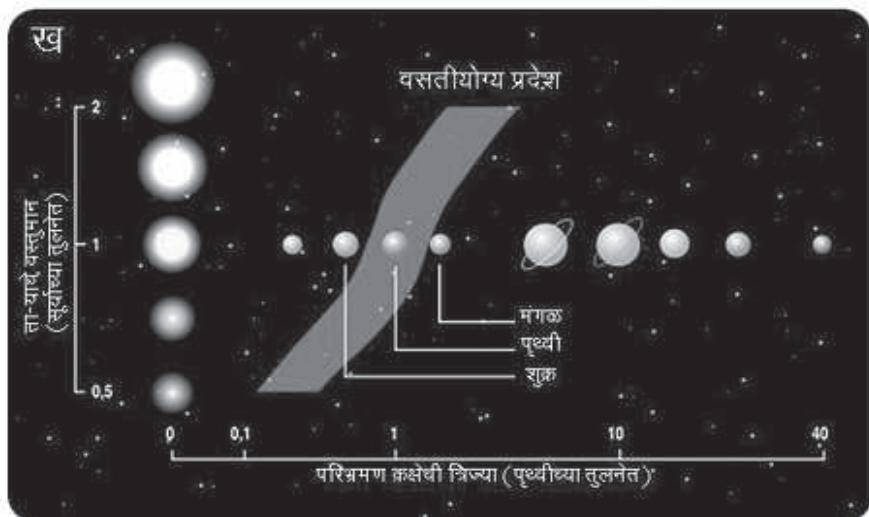
परसूर्य ग्रह (extrasolar planets वा exoplanets) म्हणजे आपल्या सूर्याव्यतिरिक्त इतर ताज्यांभोवती भ्रमण करणारे ग्रह. आपल्या सूर्याभोवती अनेक ग्रह भ्रमण करीत असले तरी पृथ्वी वगळता इतर ग्रहांवर जीवसृष्टी असल्याचा माग आजवर सापडलेला नाही. जीवसृष्टी निर्माण होण्यासाठी वा टिकून राहण्यासाठी सर्वात महत्त्वाची गोष्ट कोणती? तर ती म्हणजे ग्रहाचे वा ग्रहाच्या पृष्ठभागाचे तापमान. तापमानाच्या

निकषावर 'वसतीयोग्य प्रदेश'ची (habitable zone) संकल्पना अस्तित्वात आली (आकृती १ क व १ख पाहा). प्रत्येक तान्याभोवती एक वसतीयोग्य प्रदेश असते. तो तान्यापासून किती अंतरावर असेल हे

तान्याच्या आकारावर आणि तापमानावर अवलंबून असते. एखाद्या तान्याचा वसतीयोग्य प्रदेश म्हणजे तान्याभोवतालचा असा प्रदेश, जिथे पाणी द्रव स्वरूपात अस्तित्वात राहू शकते.



आकृती १ क : आपल्या सूर्याचा सौरमालेतील वसतीयोग्य प्रदेश. पृथ्वी सूर्याच्या वसतीयोग्य प्रदेशामध्ये आहे.



आकृती १ ख : (सूर्याच्या तुलनेत) तान्याच्या वस्तुमानानुसार त्यांचे वसतीयोग्य प्रदेश. सौजन्य : प्लॉनेट केस्ट, जेट प्रॉफल्शन लॅबोरेटरी, नासा.

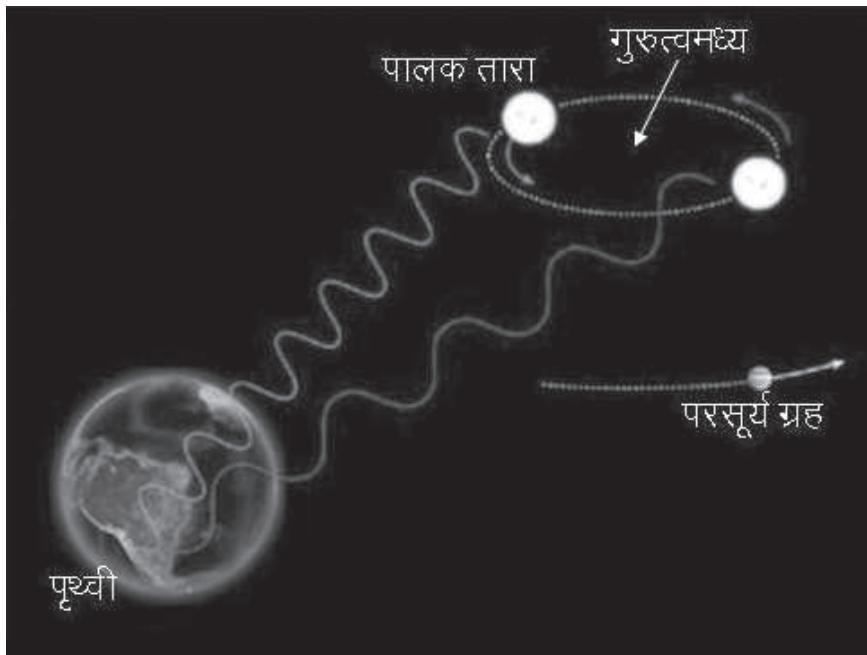
अगदी शक्तिशाली दुर्बिणीतून पाहिले तरी दूरचा तारा एखाद्या ठिपक्याएवढा दिसतो. ह्या ठिपक्याभोवती फिरणारी आणि त्या ठिपक्याहून कितीतरी लहान असणारी ग्रहबाळे असलीच तरी ती दुर्बिणीतून कशी दिसणार? त्यामुळे परसूर्य ग्रह शोधण्यासाठी ताच्याचे, ताच्याकडून येणाऱ्या प्रारणांचे निरीक्षण करणे हाच एकमेव पर्याय शिळ्क राहतो. अशी निरीक्षणे फार पूर्वीपासून होत असली तरी परसूर्य ग्रहाच्या अस्तित्वाचा ठोस पुरावा मिळण्यासाठी विसावे शतक उजाडावे लागले. ही परसूर्य ग्रहबाळे शोधण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या महत्त्वाच्या शोधतंत्रांचा थोडक्यात परिचय करून घेऊ. ताच्याकडून येणारी प्रारणे (radiation) हा एकमेव स्रोत वापरून त्या प्रारणांचे प्रत्यक्ष आणि अप्रत्यक्ष रीतीने विश्लेषण करणारी ही तंत्रे विकसित झाली आहेत.

## १. त्रिज्यगती तंत्र (Radial Velocity Technique)

परसूर्य ग्रहांच्या संशोधकांमध्ये अतिशय प्रसिद्ध असलेले हे तंत्र आहे. हे तंत्र वापरून आजवर अनेक परसूर्य ग्रहांचे शोध लागले आहेत. त्रिज्यगती तंत्राला डॉप्लर पद्धती असेही म्हणतात. डॉप्लर पद्धतीनुसार ताच्याकडून येणारा प्रकाश त्रिकोणी लोलकातून (prism) पाठवून ताच्याचा वर्णपट (Spectrum) मिळवतात. ताच्याचा

वर्णपट सलग नसून ताच्यावर असलेल्या मूलद्रव्यांनुसार (elements) त्यामध्ये शोषरेषा (absorption lines) असतात. मात्र स्थिर स्रोताच्या वर्णपटांमधील शोषरेषा आणि ताच्याच्या वर्णपटातील शोषरेषा जर जुळल्या नाहीत, तर त्याचा अर्थ तो तारा स्थिर नाही असा होतो. म्हणजे तो तारा एक तर आपल्या दिशेने येत आहे वा आपल्यापासून दूर जात आहे. तारा आपल्यापासून दूर जात असल्यास ताच्याच्या वर्णपटातील शोषरेषा लाल रंगाकडे सरकलेल्या दिसतात. ह्या घटनेला अभिरक्त विस्थापन (red shift) असे म्हणतात. याउलट तारा आपल्या दिशेने येत असेल तर ताच्याच्या वर्णपटातील शोषरेषा निय्या रंगाच्या दिशेने सरकलेल्या दिसतात. ह्या घटनेला अभिनील विस्थापन (blue shift) असे म्हणतात.

ताच्याभोवती जर ग्रह फिरत असतील तर त्यांच्या गुरुत्वकर्षणाचा परिणाम म्हणून तारा अवकाशामध्ये गुरुत्वमध्याभोवती लडखडत (wobbling) केल्या घालतो. ताच्याला ग्रहबाळे जेवढी अधिक, तेवढे लडखडण्याचे प्रमाणही अधिक. तारा असा गुरुत्वमध्याभोवती फिरत असताना कधी पृथ्वीच्या दिशेने येतो तर कधी पृथ्वीपासून दूर जात असतो आणि त्यामुळे ताच्याच्या प्रकाशामध्ये ठरावीक कालावधीमध्ये अभिरक्त विस्थापन वा अभिनील विस्थापन



आकृती २: त्रिज्यगती तंत्र.

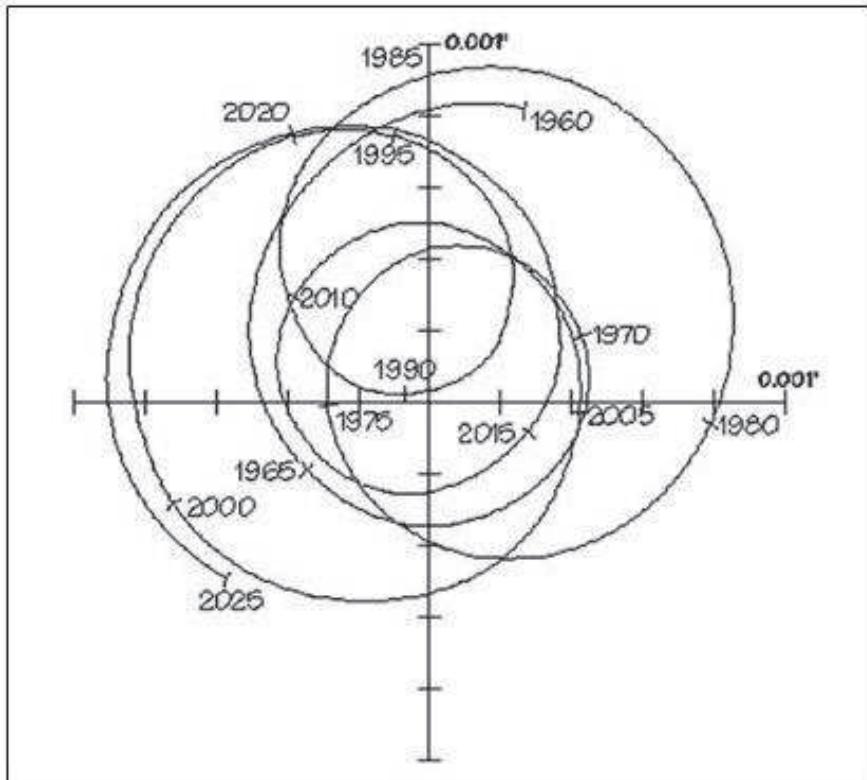
सौजन्य : युरोपियन ऑर्गनिझेशन फॉर एस्ट्रोनॉमिकल रिसर्च इन सर्दन हेमिस्फियर.

झालेले आढळते (आकृती २ पाहा). अशा रितीने तान्याच्या वर्णपटातील शोषरेषांमध्ये ठारावीक स्थानबदल होत राहतात. तान्याला ग्रहबाळे नसल्यास तारा लडखडत नाही व स्थिर भासतो. शोषरेषांमधील स्थानबदलांवरून तान्याला ग्रहबाळे असण्याची शक्यता, तसेच ह्या ग्रहबाळांचे वस्तुमान, तान्यापासूनचे अंतर, परिभ्रमण कालावधी वरैरे अनुमाने काढता येतात.

## २. खमिती (-strometry)

एखाद्या तान्याच्या स्थानाची काटेकोर मापे घेऊन तान्याच्या स्थानामध्ये कालपरत्वे किती

आणि कसा बदल होतो ह्याची चिकित्सा करणे म्हणजे खमिती. ह्या तंत्रामध्येही तान्याच्या लडखडण्याचा वापर केला जातो. तान्याच्या स्थानांची अचूक मोजमापे घेतल्यास तान्याचे हे फिरणे वा लडखडणे लक्षात येते. ह्या लडखडण्याचा आलेख काढल्यास तान्याभोवती किती ग्रहबाळे फिरत असावीत ह्याचा अंदाज बांधता येतो. तान्याभोवती एकच ग्रह असल्यास हा आलेख सोपा असतो. मात्र अनेक ग्रह असल्यास हा आलेख गुंतागुंतीचा होतो. तान्याचे विशिष्ट लडखडणे हे त्याच्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहांच्या परिभ्रमण कालावर



**आकृती ३:** दहा पार्सेक अंतरावरून ( $1 \text{ पार्सेक} = 3.08568025 \times 10^{16} \text{ मीटर}$ ) सूर्याच्या लडखडण्याचा आलेख. सूर्यभोवती एकापेक्षा जास्त ग्रह फिरत असल्यामुळे आलेख क्लिष्ट आहे. १९६० ते २०२५ मध्ये म्हणजे सुमारे ६५ वर्षांमध्ये सूर्याचे लडखडणे कसे आहे/असेल हे हा आलेख दाखवतो. शनिचा परिभ्रमण काळ  $29.44$  वर्षे तर युरेनसचा परिभ्रमण काळ  $84$  वर्षे आहे. ह्याचा अर्थ वरील आकृतीमध्ये शनिपर्यंतच्या ग्रहांचा प्रभाव पूर्णपणे दिसतो, तर शनिपलीकडच्या ग्रहांचा पूर्ण प्रभाव दिसत नाही. हा आलेख पुढे किमान  $19$  वर्षांसाठी वाढविल्यास युरेनसचा पूर्ण प्रभाव पाहता येईल.

सौजन्य : ओरिजिन, जेट प्रॉपलशन लॅंबोरेटरी, नासा.

(orbital period) अवलंबून असते. ह्या तंत्राचा वापर केल्यास आकाराने मोठी (गुरु ग्रहाच्या काहीपट आकारामान) असलेली ग्रहबाले शोधणे सोपे होते. मात्र पृथ्वीप्रमाणे आकाराने छोटच्या असलेल्या बाळांचा तान्याच्या लडखडण्यावरील प्रभाव कमी

असल्यामुळे ती शोधण्यास अवघड होतात. आकृती ३ मध्ये आपल्या सूर्याच्या लडखडण्याचा आलेख पाहा. तान्यांच्या स्थानांची अचूक मोजमापे घेण्यास जमिनीवरील दुर्बिणीपेक्षा हबल दुर्बिणीसारख्या अवकाशातील दुर्बिणी अधिक कार्यक्षम

ठरतात. अवकाशातील दुर्बिणींना फग, धुके, पाऊस, वारा, दिवसाचा उजेड यांचा त्रास होत नाही.

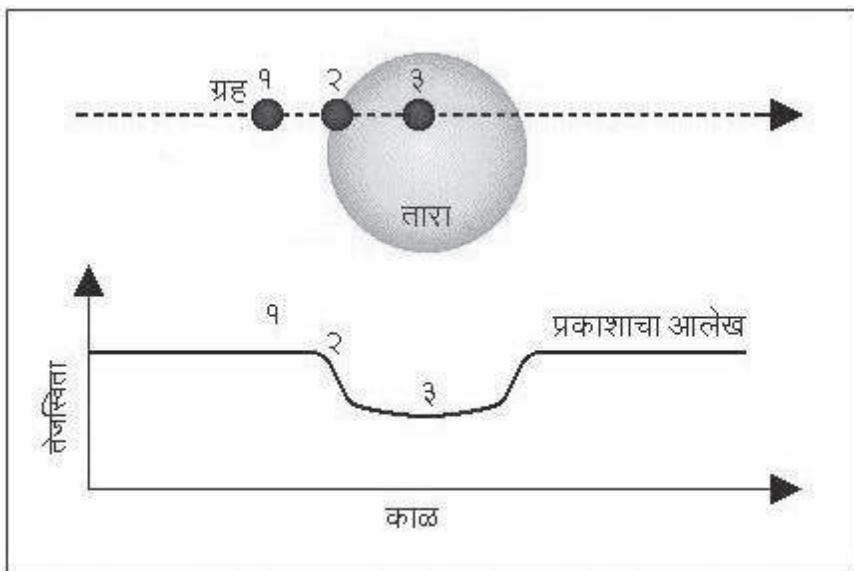
### ३. अधिक्रमण पद्धती (Transit Method)

ताच्याच्या तेजस्वितेमध्ये (दृश्यप्रतिमध्ये) जर ठरावीक कालावधीमध्ये बदल होत असेल, म्हणजेच ठरावीक कालावधीसाठी ताच्याकडून येणारा प्रकाश मंद होत असेल तर त्यामुळे ताच्याभोवती ग्रह फिरत असल्याची खात्री पटू शकते (आकृती ४ पाहा). तारा किती काळासाठी मंद होईल हे ताच्याच्या स्वतःच्या

तसेच त्याच्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहाच्या आकारावर अवलंबून असते.

### ४. स्पंदकाची कालमोजणी (Pulsar Timing)

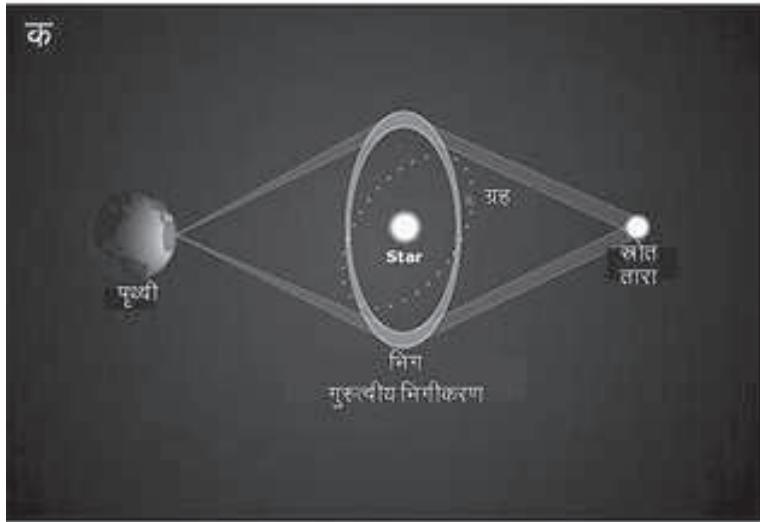
पल्सार वा स्पंतारा हे नाव न्युट्रॉन ताच्याला त्याच्या नियमित स्पंदने प्रसवण्याच्या गुणधर्मामुळे मिळाले आहे. स्पंतारा स्वतःभोवती फिरत असताना अतिशय नियमितपणे ठरावीक काळानंतर रेडियोलहरी प्रक्षेपित करतो. मात्र ह्या नियमितपणामधील सूक्ष्म असंगतीसुद्धा (anomaly) त्याच्याभोवती ग्रह फिरत असल्याचे सिद्ध करते.



आकृती ४ : अधिक्रमण पद्धती. ग्रहाच्या अधिक्रमणामुळे ताच्याकडून येणाऱ्या प्रकाशातील घट दाखविणारा आलेख.

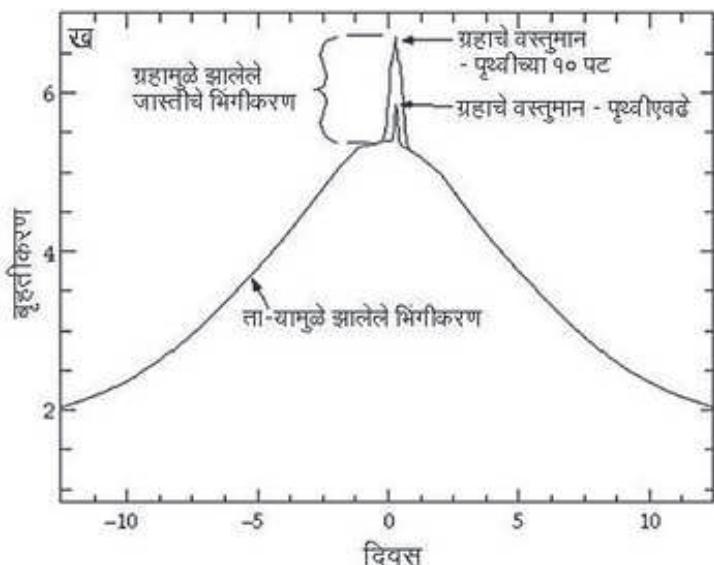
सौजन्य : युरोपियन स्पेस एजन्सी

क



आकृती ५क : गुरुत्वीय भिंगीकरण.

सौजन्य : टि आरा, द एन्सायक्लोपीडिया ऑफ न्यूझीलंड.



आकृती ५ख : गुरुत्वीय भिंगीकरणाचा आलेख. पुढील ताच्यामुळे झालेल्या मागच्या ताच्याच्या बृहतीकरणामध्ये त्या ताच्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहामुळे भर पडते.

ह्या ग्रहाचे वस्तुमान जेवढे अधिक तेवढी ही भरही अधिक.

सौजन्य : ओरिजिन, जेट प्रॉपल्शन लॅबोरेटरी, नासा.

## ५. गुरुत्व सूक्ष्मभिंगीकरण

(Gravitational Microlensing)

एखाद्या तान्याचे गुरुत्वक्षेत्र (Gravitational Field) हे भिंगाप्रमाणे कार्य करते व त्याच्या पार्श्वभूमीवरचा तारा आहे त्यापेक्षा मोठा व अधिक तेजस्वी भासतो. ह्या क्रियेला गुरुत्वीय सूक्ष्मभिंगीकरण असे म्हणतात. मागच्या तान्याकडून आपल्या दिशेला येणारे प्रकाशकिरण मध्ये असलेल्या (पुढच्या) तान्याच्या गुरुत्वीय प्रभावामुळे वाकतात आणि त्याचा भिंगाप्रमाणे परिणाम होऊन तो तारा आपल्याला मुळात आहे त्यापेक्षा मोठा व अधिक तेजस्वी दिसतो (आकृती ५), म्हणजेच तान्याचे व तान्याकडून येणाऱ्या प्रारणांचे बृहतीकरण (amplification) होते. जर पुढच्या तान्याला ग्रहबाळे असतील तर त्यांचाही परिणाम भिंगीकरणावर व बृहतीकरणावर होतो.

## ६. परितारका चकती

(Circumstellar Discs)

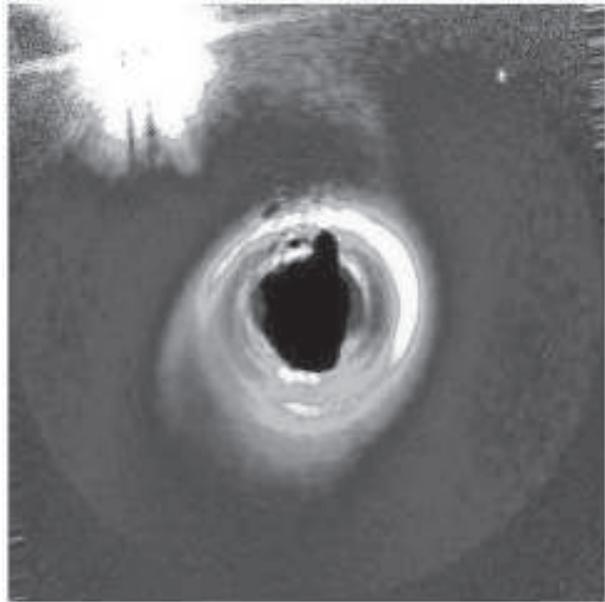
अनेक तान्यांभोवती अवकाशस्थ धुळीच्या चकत्या असतात (आकृती ६). ह्या धुळीच्या संगठनाने (consolidation) तान्यांभोवती ग्रहबाळे तयार होतात असे मानले जाते. धुळीची ही चकती तान्याचा प्रकाश काही प्रमाणात शोषून घेते आणि तो अवरक्त प्रारणांच्या (infrared radiation)

स्वरूपात बाहेर टाकते. तान्याकडून येणाऱ्या अवरक्त प्रारणांच्या अभ्यासाने तान्याभोवती चकती आहे वा नाही ह्याचा वेध घेता येतो. परितारका चकतीचे अस्तित्व तान्याला अर्भक ग्रह असल्याचे वा ती भविष्यात निर्माण होण्याचे सूचित करते. परितारका चकतीमधील ग्रहांची उपस्थिती वेधण्यासाठी अवकाशास्थ तरंगउच्छ्वे दमापक (interferometer) तयार करण्याची मोहीम नासामध्ये सुरू आहे. भविष्यामध्ये परितारका चकतीमध्ये ग्रह तयार होत असताना त्यांचे निरीक्षण करणे शक्य व्हावे.

## ६. प्रत्यक्ष वेध व चित्रण

(Direct Detection and Imaging)

परसूर्य ग्रहबाळांचा प्रत्यक्ष वेध घेणे, त्यांचे प्रत्यक्ष चित्रण करणे व त्यांना याचि डोळा पाहणे हे ह्या संशोधनाचे मोठे उद्दिष्ट आहे. असे झाल्यास तान्याकडून येणाऱ्या प्रारणांचे विश्लेषण करण्यापेक्षा प्रत्यक्ष ग्रहाकडून परावर्तित होणाऱ्या प्रारणांवेच विश्लेषण करता येईल, ज्यामुळे त्या ग्रहाची रासायनिक बांधणी, ग्रहपृष्ठाची स्थिती वगैरे गोष्टींची माहिती करून घेता येईल. दृश्य प्रकाशाचा विचार करता तारा हा ग्रहापेक्षा अधिक तेजस्वी असतो आणि त्यामुळे ग्रहाला झाकोळून टाकतो. मात्र अधिक तरंगलांबीच्या प्रारणांच्या (उदा. अवरक्त प्रारणे) बाबतीत ग्रहाकडून येणारे प्रारण प्रभावी ठरू शकते.



आकृती ६ : अवकाशस्थ हबल दुर्बिणीने काढलेले एका नवतान्याच्या परितारका चकटीचे छायाचित्र.  
सौजन्य : जेट पॉपल्शन लॅबोरेटरी, नासा.

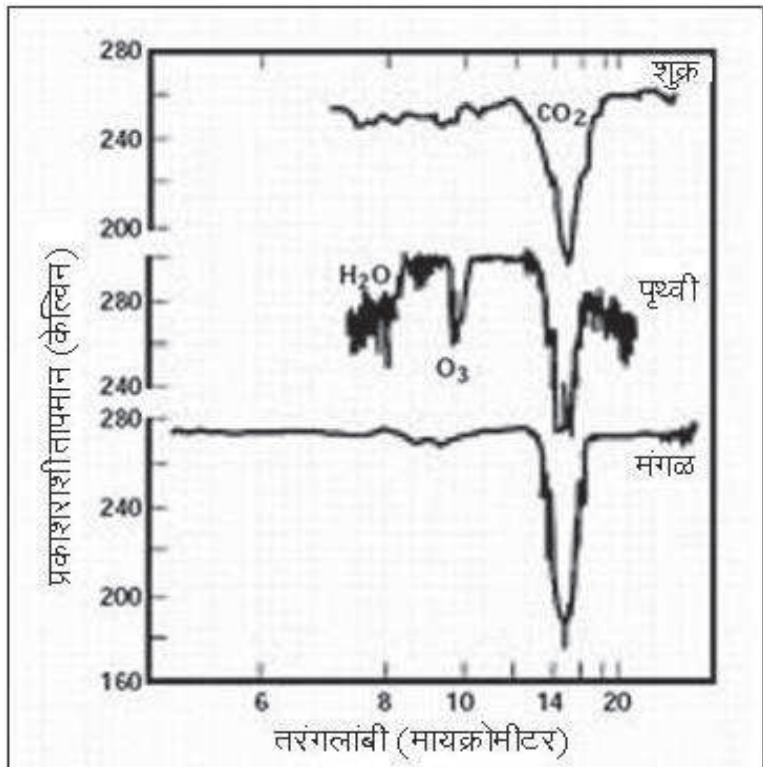
ह्या निरीक्षणांसाठी अवकाशस्थ दुर्बिणीवर अवलंबून राहावे लागते.

विश्वामध्ये इतरत्र सजीवसृष्टी सापडल्यास ती पृथ्वीवरील सृष्टीप्रमाणेच कर्बाधारित (carbon based) असेल असे

आपण सध्या गृहीत धरतो. त्यानुसार ग्रहाच्या वातावरणामध्ये कार्बन डाय-ऑक्साईड, पाणी व ओझोनचे अस्तित्व असणे ही त्या ग्रहावर जीवसृष्टी असण्याच्या शक्यतेची प्राथमिक लक्षणे मानली जातात. ग्रहाकडून येणारा प्रकाश आणि त्यांची तरंगलांबी यांचा आलेख मांडल्यास ग्रहाच्या वातावरणामध्ये ह्या तीन द्रव्यांचे अस्तित्व आहे वा नाही हे

पाहता येते. आकृती ७ मध्ये शुक्र, मंगळ आणि पृथ्वीच्या वातावरणाचा आलेख पाहा. मात्र, इतरत्र जीवसृष्टीचा मूलाधार कर्बाएवजी दुसरा काही असण्याची शक्यता अगदीच नाकारता येत नाही.

आजवर दोनशेतीसहून अधिक परसूय ग्रह सापडलेले आहेत. ह्यातील बरेचसे ग्रह हे राक्षसी आकाराचे वायुग्रह (gas giants) आहेत. मात्र ह्याचा अर्थ विश्वामध्ये केवळ मोठेच ग्रह आढळतात असा नाही. आपल्या शोधतंत्रांच्या मर्यादांमुळे आपण मोठे ग्रह शोधण्यात अधिक प्रमाणात यशस्वी झालो आहोत. तंत्रज्ञानातील प्रगतीमुळे लहान



आकृती ७ : शुक्र, मंगळ व पृथ्वीच्या वातावरणातील प्रकाशराशीचे तापमान व तरंगलांबीचा आलेख. सौजन्य : नासा अस्ट्रोबायॉलंजी इन्स्टिट्यूट (N-I). मंगळाच्या व शुक्राच्या वातावरणामध्ये केवळ कर्ब-द्वि-प्राणिल (carbon dioxide), वायूचे अस्तित्व ठळक आहे, पृथ्वीच्या वातावरणामध्ये कर्ब-द्वि-प्राणिल, ओज्झोन व पाणी ह्या तिन्हींचे अस्तित्व दिसते.

आकाराच्या ग्रहांचा माग घेण्यात आपण हव्हूहव्हू प्रगती करू लागलो आहोत.

भविष्यकाळात पृथ्वीच्या आकाराच्या वा त्याहून लहान ग्रहांना लक्ष्य करण्याचे तंत्र आपण नक्कीच विकसित करू.

परसूर ग्रहांच्या शोधाच्या इतिहासामध्ये मैलाचे दगड ठरलेल्या काही

परग्रहांची थोडक्यात माहिती आता करून घेऊ.

सप्टेंबर ७, १९१६ च्या नेचर मासिकामध्ये एका छोट्या आणि मंद, पण तरीही वैशिष्ट्यपूर्ण अशा ताज्याबद्दल एक शोधनिबंध प्रसिद्ध झाला. इतर स्थिर भासणाऱ्या ताज्यांच्या पार्श्वभूमीवर ह्या

तान्याची दृश्य गती (proper motion) ही खूपच जास्त होती. दृश्य गतीची आकडेमोड प्रथम बर्नार्ड ह्या खगोलज्ञाने केल्यामुळे ह्या तान्याला ‘बर्नार्डचा तारा’ असे नाव पडले. तसेच त्याच्या मोठ्या दृश्य गतीमुळे त्याला उडता तारा असेही म्हटले जाते. तान्याची दृश्य गती म्हणजे खगोलाच्या पार्श्वभूमीवर तान्याचे दरवर्षी होणारे आभासी कोनीय विस्थापन. बर्नार्डचा तारा हा लाल बटु वा खुंजा तारा (Red Dwarf) असून पृथ्वीपासून तो साधारण ५.९२ प्रकाशवर्षे दूर आहे. फोटोप्लेटवर तान्यांची प्रकाशचित्रे घेऊन तान्यांच्या स्थानामध्ये कालपरत्वे काही बदल दिसतो का हे तपासण्याचे काम अनेकांनी केले. १९५० मध्ये पीटर वॅन डी कँप यांनी बर्नार्डच्या तान्याभोवती ग्रह असल्याचा पुरावा त्यांच्याकडे असलेल्या फोटोप्लेटस्वरून मिळतो असा दावा केला. बर्नार्डच्या तान्याचे लडखडणे हे त्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहांमुळे आहे असे त्यांचे म्हणणे होते. पुढे एकाने त्यांच्या फोटोप्लेटमधील सर्वच तरे लडखडत आहेत असे दाखवून दिले. त्यांनी ज्या दुर्बिणीतून प्रकाशचित्रे घेतली त्या दुर्बिणीमध्येच दोष असल्याचे नंतर सिद्ध झाले. आजवर तरी बर्नार्डच्या तान्याला ग्रहबाळे असल्याचे कोणतेही पुरावे मिळालेले नाहीत. मात्र श्री. कँप ह्यांनी आपला दावा कधीही मागे घेतला नाही आणि

निरीक्षणांमधल्या त्रुटीही त्यांनी कधी मान्य केल्या नाहीत.

आपल्यापासून १७८ प्रकाशवर्षे दूर असलेल्या PSR १२५७ ह्या स्पंतान्याच्या स्पंदनांमध्ये अनियमितपणा असल्याचे एऱ्यु लिन, बेल्स आणि शेमर ह्यांच्या लक्षात आले. मात्र ह्या अनियमितपणातही एक आकृतीबंध (pattern) होता. ह्या आकृतीबंधाचे निरीक्षण-विश्लेषण करून १९९१ मध्ये त्यांनी ह्या पल्सारच्या स्पंदनांमध्ये नियमितपणे घडणारा अनियमितपणा हा त्याभोवती फिरणाऱ्या ग्रहामुळे आहे हे सिद्ध करण्यात यश मिळवले. मानवाला सापडलेला हा पहिला परसूर्य ग्रह मानला जातो. ह्या ग्रहाचे नाव ‘PSR १२५७ बी’. हा ग्रह त्याच्या पालक स्पंतान्याभोवती ६६.५ दिवसात एक फेरी पूर्ण करतो. १९९४ मध्ये ह्या ग्रहाची आणखी दोन भावंडे सापडली, ज्यांची नावे ‘PSR १२५७ सी’ आणि ‘PSR १२५७ डी’. त्यातील सी हा भाऊ स्पंतान्याभोवतीच्या प्रदक्षिणेसाठी ९८.२ दिवस घेतो तर डी ला एक प्रदक्षिणा घालायला तब्बल १७० वर्षे लागतात.

मुख्य प्रवाहातील तान्यांभोवती फिरताना सापडलेला पहिला ग्रह म्हणजे ‘५१ पेंगसी बी’. ऑक्टोबर १९९५ मध्ये मायकेल मेयर आणि डिडियर केलोझ ह्यांनी पेंगसिस वा महाअश्व ह्या तारकासमूहातील ५१ पेंगसी (५१ Pegasi) ह्या तान्यांभोवती ग्रह फिरत

असल्याचे सिद्ध केले. ५१ पेंसी हा तारा पृथ्वीपासून ४८ प्रकाशवर्षे दूर आहे. ‘५१ पेंसी बी’ त्याच्या पालक तान्याभोवती केवळ ४.२३ दिवसात एक फेरी पूर्ण करतो. आपल्या गुरु ग्रहाच्या साधारण निम्मे वस्तुमान असलेला हा ग्रह सूर्य-बुध अंतरापेक्षाही कमी अंतरावरून त्याच्या पालक तान्याभोवती फिरतो हे ह्या ग्रहाचे अचंचित करणारे वैशिष्ट्य आहे.

२००० साली मॅकडॉनल्ड वेधशाळेमध्ये काम करणाऱ्या वैज्ञानिकांना पृथ्वीपासून १०.४ प्रकाशवर्षे दूर असलेल्या एरिडॅन स्टार यमुना तारकासमूहातील एप्सिलॉन एरिडॅनी (Epsilon Eridani) ह्या तान्याचे ग्रहबाळ सापडले. त्यांनी त्याचे नाव ठेवले ‘एप्सिलॉन एरिडॅनी बी’. साधारण गुरु ग्रहाएवढे वस्तुमान असलेला हा ग्रह आजवर सापडलेल्या परग्रहापैकी आपल्याला अंतराने सर्वांत जवळ असणारा ग्रह. त्रिज्य गती तंत्राच्या साहाय्याने ह्याचा वेध घेतला गेला. (फोटो कवर ३)

जानेवारी २००६ मध्ये वैज्ञानिकांच्या एका चमूने गुरुत्वीय सूक्ष्मभिंगीकरण तंत्र वापरून ‘OGLE-05-390L बी’ हा परसूर्य ग्रह सापडल्याची नोंद केली. त्याचा पालक तारा ‘OGLE-05-390L’ हा पृथ्वीपासून २१००० प्रकाशवर्षे अंतरावर असलेला, साध्या डोळ्यांनी दिसूही न शकणारा धनु नक्षत्रातील तारा आहे. हा ग्रह त्याच्या पालक तान्याभोवती फिरण्यासाठी सुमारे १०.४ वर्षे

घेतो. पृथ्वीच्या केवळ ५.५ पट वस्तुमान असलेला आणि म्हणून आजवर सापडलेल्या परग्रहांमधील सर्वांत छोटा ग्रह म्हणून तो काही काळ मिरवला.

२००७ च्या एप्रिल महिन्यामध्ये २४ तारखेला एक खळबळजनक शोध लागला. प्रथमच एका तान्याच्या ‘वसतीयोग्य प्रदेशा’मध्ये असणारा परसूर्य ग्रह सापडला. तो केवळ वसतीयोग्य प्रदेशात आहे एवढेच नाही, तर तो ग्रह पृथ्वीशी तुलना करता येण्याजोगा आहे. पृथ्वीच्या केवळ ५ पट वस्तुमान असलेला व पृथ्वीच्या दीडपट त्रिज्या असलेला हा ग्रह म्हणजे ‘ग्लाएस ५८१ सी’. त्याला अतिपृथ्वी वा सुपर अर्थ असेही संबोधले जाते. हा ग्रह तूळ राशीतील (तारकासमूहातील) ग्लाएस ५८१ (Gliese ५८१) ह्या लाल बटु तान्याभोवती (red dwarf) फिरतो. ह्या ग्रहावर पाण्याचे अस्तित्व आहे अथवा कसे ह्याबद्दल माहिती अजून मिळाली नसली तरी तो तान्याच्या वसतीयोग्य प्रदेशामध्ये असल्यामुळे तेथे पाणी द्रवावस्थेत राहू शकते. हा आजवर सापडलेला सर्वांत कमी वस्तुमानाचा परग्रह. स्विस, फ्रेंच आणि पोर्तुगीज वैज्ञानिकांच्या चमूने ह्या ग्रहाचा वेध घेतला. ह्या ग्रहाचा नेपच्यूनच्या आकाराचा, पृथ्वीच्या १७ पट वस्तुमानाचा भाऊबंद पूर्वीच, डिसेंबर २००५ मध्ये सापडला होता, त्याचे नाव ‘ग्लाएस ५८१ बी’. ‘सी’ ग्रह सापडला तेव्हाच त्याला

आणखी एक भाऊ असल्याचे भक्तम पुरावे मिळाले होते, आणि दुसऱ्याच दिवशी, २५ एप्रिलला त्याचा हा भाऊ सापडला, त्याचे नाव ठेवले ‘ग्लाएस ५८१ डी’. ‘सी’ चे तापमान शून्य ते चाळीस अंश सेलिसियसच्या दरम्यान असावे असा अंदाज आहे. तो वायुग्रह नसून पृथ्वीप्रमाणे एक तर तो दगडमातीने बनलेला ग्रह असावा वा समुद्राने पूर्णतः व्यापलेला असावा. भविष्यात जीवसृष्टीचा शोध घेण्यासाठी आखल्या जाणाऱ्या प्रकल्पांसाठी पृथ्वीसादृश्यामुळे त्याचा प्रामुख्याने विचार केला जाईल. ग्लाएस ५८१ ह्या ताऱ्याचा समावेश आपल्या सौरमालेला जवळ असणाऱ्या पहिल्या १०० ताऱ्यांमध्ये होतो. हा तारा आपल्यापासून २०.५ प्रकाशवर्षे दूर आहे. आपल्या सूर्याच्या तुलनेत केवळ एक तृतीयांश वस्तुमान असलेल्या ह्या ताऱ्याची तेजस्विता सूर्याच्या केवळ अर्ध्याएवढी आहे. अचूक त्रिज्यगती तंत्राचा वापर करून ह्या अतिपृथ्वीचा वेध घेण्यात आला.

मे २००७ मध्ये अद्भुतीस परसूर्यग्रहांची नोंद झाल्यानंतर आजवर सापडलेल्या परसूर्यग्रहांची संख्या एकूण २३६ झाली आहे.

विश्वामध्ये असंख्य दीर्घिका आहेत. प्रत्येक दीर्घिकेमध्ये अब्जावधी तारे आहेत. त्यातील मोजक्याच ताऱ्यांना ग्रहबाळे आहेत असे मानले तरी ग्रहांचा पोरवडा असणारे असंख्य तारे के वळ आपल्या

आकाशांगंगे मध्ये च सापडतील. ह्या ग्रहबाळांपैकी मोजकेच ग्रह हे त्यांच्या ताऱ्यांच्या वसतीयोग्य प्रदेशात आहेत आणि त्यातही अगदी मोजक्याच ग्रहांवर जीवसृष्टी असण्याची शक्यता आहे असे मानले तरी असंख्य ग्रहांवर जीवसृष्टी असायला हवी. ही झाली आपल्या आकाशांगंगेची गोष्ट. विश्वामध्ये अशा अनेक दीर्घिका आहेत. म्हणजे केवळ शक्याशक्यतेचा तर्क करता विश्व हे जीवसृष्टीने गजबजलेले असायला हवे. त्यामुळे परसृष्टीचा शोध सुरु ठेवणे हे कधीही हितकारक. १९८४ मध्ये अमेरिकेतील सांता क्लारा, कॅलिफोर्निया येथे ‘सेटी’ (SETI the Search for Extra Terrestrial Intelligence) ही संस्था परसृष्टीचा शोध घेण्याच्या प्रयत्नांदरम्यान ‘कोडहम्’ ह्या चिरंतन प्रश्नाचे उत्तर निदान काही प्रमाणात तरी मिळवणे शक्य व्हावे. भविष्यात मानवाला काही कारणाने पृथ्वी सोडायची वेळ आली, तर कोठे राहता येऊ शकेल ह्याची चाचपणी आतापासूनच केलेली बरी.

khagras.wordpress.com वरून साभार.

■■

---

लेखक : वरदा वैद्य, एम.एस्सी., पेन्सिल्वानिया येथे वास्तव्य.

# प्रकल्प १ :

## जलचक्र प्रतिकृती

### घरच्या घरी तयार करू

लेखक : किरण बर्वे

मित्र हो,

आपण उन्हात एका कपात पाणी ठेवले तर ते काही दिवसात नाहीसे होते. ते कुठे जाते, त्याचे पुढे काय होते हे जर आपल्याला घरीच प्रत्यक्ष बघता आले तर किती मस्त होईल ! हा जलचक्राचा भाग आहे हे पुस्तकात वाचलेले असते पण ढग आपण घरीच तयार केले, पाऊस कसा पडतो ते बघितले तर मनोरंजनाबरोबरच खूप चांगले शिकता येईल. हा प्रकल्प तुम्ही जरूर करा. हा प्रकल्प करून, नोंदी ठेवून तुम्ही शाळेतही सादर करू शकाल.

दोन भागात हा प्रकल्प करता येतो.

१) ढग बनवणे. (आकृती १)

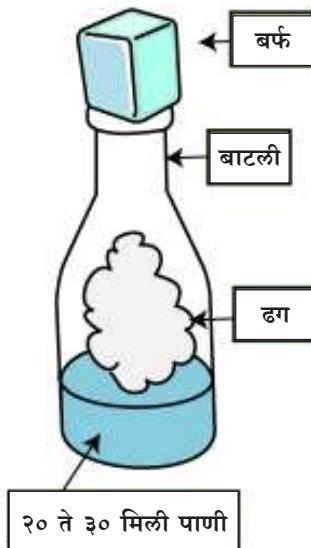
**साहित्य :**

पाणी, चमचा, छोटे तोंड असलेला beaker, gas बर्नर किंवा हॉट प्लेट इ., बीकरच्या तोंडापेक्षा मोठे बर्फाचे तुकडे.

**कृती :**

तीन ते चार चमचे पाणी भांड्यात घालून ते पाणी तापवा. पाणी उकळवून घ्या. पाणी

उकळल्यानंतर थोडा वेळ गार झाल्यानंतर त्यातील तीन चमचे पाणी छोट्या तोंडाच्या बीकरमधे घाला आणि लगेच त्याच्या तोंडावर बर्फाचे तुकडे ठेवा. बर्फानी तोंड पूर्ण झाकले गेले पाहिजे. थोडा वेळ वाट बघा. चित्रात दाखवल्या प्रमाणे ढग दिसतो का ?



आकृती १

पहिल्या फटक्यात प्रयोग यशस्वी होतोच असे नाही. निराश न होता कृती परत समजावून घेऊन एका वेळेला एक बदल करत पुढे जा. कृती समजावून घेण्यासाठी तुम्हाला ढग बनण्यामागचे शास्त्र आणि ते लहान प्रमाणावर आपण कसे करत आहोत हे समजणे जरूरीचे आहे.

ह्या प्रयोगाच्या नंतर तुम्ही त्या संबंधीच्या खालील प्रश्नांवर विचार करा.

१) मोठे ढग बनवायचे तर काय कराल?

२) जर पाण्यात माती टाकली तर ढगांचा रंग बदलतो का? व्यवस्थित नोंद ठेवा.

ढगांचा रंग खन्याखुन्या पावसाळी ढगांप्रमाणे करण्यासाठी काय कराल?

ह्या प्रयोगात ढग वाच्याने हलवता येतील का?

२) पाऊस कसा पडतो ते प्रयोग करून बघणे.

बाष्पीभवनामुळे तयार झालेली आणि एकत्र होऊन ढग बनलेली वाफ, थंडावा मिळाला की पाण्याच्या थेंबात रूपांतरीत होऊन पावसाच्या रूपाने खाली येते.

**साहित्य :**

वरील साहित्य आणि इतर गोष्टी.

ग्लास आणि तवा, हॉट प्लेट, जड पुस्तक, एक ट्रे / कड असलेला पत्रा, मोठे बफर्चे तुकडे, दोन खुर्च्या.

**कृती (आकृती २)**

१. लहान तोंडाच्या भांड्यात थोडे पाणी. घ्या.



आकृती २

२. दोन खुर्च्या घ्या. एका खुर्चीवर ट्रेची एक बाजू आणि दुसरीवर दुसरी बसेल अशा अंतरावर ठेवा.

३. एका खुर्चीच्या कडेवर जड पुस्तक ठेवा आणि त्यावर ट्रे ठेवा. ट्रे तिरका होईल.

४. जिथे ट्रे उंच आहे त्याच्या खाली भांडे ठेवून त्याला उष्णता देता येईल असे करा.

५. भांड्याला उष्णता द्या. पाणी उकळून वाफ होण्याच्या जरा आधी ट्रेमध्ये बर्फाचे तुकडे ठेवा.

६. पाणी उकळून वाफ ट्रेच्या खालच्या बाजूवर जमा होईल. थेंबात रूपांतरीत होईल. (का?)

७. घरंगळत दुसऱ्या टोकाला जाईल. तिथे कप ठेवून त्या पावसाचे पाणी तुम्ही एकत्र करा.

८. ट्रेच्या ज्या बाजूवर पाण्याचे थेंब येणार आहेत, त्याचे एक टोक जरा उंच केले तर दुसऱ्या बाजूच्या कोपऱ्यात पाऊस पडेल.

शिक्षकांशी बोलून हा प्रकल्प योग्य त्या पढूतीने लिहून सदर करा.

ह्या प्रयोगाच्या नंतर तुम्ही त्या संबंधीच्या खालील प्रश्नांवर विचार करा.

१. एकाच कोपऱ्यात पाणी जमा होण्यापेक्षा जरा जास्त भागातून पाऊस, पाणी खाली पडावे असे करता येईल का?

२. उंची कमी जास्त केली तर काय होते?

३. घेतलेल्या पाण्याचे घनफळ, उष्णता देण्याचा वेळ आणि किती वेळात किती पाऊस पडला हे मोजता येईल का? अशा प्रकारे वेगवेगळ्या प्रश्नांचा विचार करून त्यांची उत्तरे शोधण्यासाठी असे प्रयोग करता आले तर खूपच चांगले. त्यासाठी प्रयोगात काय आणि किती बदल करावा लागेल?

खरे तर अजूनही असे प्रश्न तुमचे तुम्हालाच जलचक्र तयार करण्याच्या प्रयोगांतून पडू शकतात. त्यांच्यावर विचार करणे, उत्तरे शोधणे, माहिती मिळवणे, नोंदी अधिक चांगल्या ठेवणे हीच संशोधनाची सुरुवात आहे.

तुम्ही कसा कसा प्रयोग केलात, काय अडचणी आल्या, त्या कशा सोडवल्या हे कळवा.

अधिक वेळ आणि चिकाटीने प्रयोग पुढे नेणार असाल तर Terrarium, म्हणजे बंदिस्त जागेत झाडे, पाणी आणि उष्णता यांच्या साहाय्याने एक प्रणाली विकसित करता येते, अगदी निसर्गाचीच एक सोपी आणि छोटी प्रतिकृती !

# उपग्रहाच्या निर्मितीतील आव्हाने

लेखक : सुरेश नाईक

पृथ्वीवर काम करणाऱ्या उपकरणात काही बिघाड झाल्यास त्याची दुरुस्ती करता येते; परंतु अवकाशातील उपग्रहात गंभीर स्वरूपाचा दोष उत्पन्न झाल्यास त्याची दुरुस्ती दुरापास्त असते. यासाठी उपग्रहाची रचना व बांधणी करताना त्याला धड्काकड्का व अधिक विश्वसनीय कसा करता येईल याकडे बारकाईने लक्ष द्यावे लागते. अवकाशायानाला (रॉकेटला) वाहून न्याव्या लागणाऱ्या उपग्रहाचे वजन नियंत्रित करणे आवश्यक असते. शिवाय उपग्रहाचा विद्युत ऊर्जेचा वापर कमीतकमी असेल याची काळजी घ्यावी लागते. यासाठी उपग्रहावरील उपकरणांची कार्यक्षमता उच्च दर्जाची असावी लागते. उपग्रहाचे डिझाइनही गुंतागुंतीचे असते. या सर्व कारणांमुळे उपग्रह व एकूण अवकाश - तंत्रज्ञान हे अतिउच्च दर्जाचे व आव्हानात्मक असते यात शंकाच नाही.

उपग्रहाच्या आतील तापमान नियंत्रण अवकाश हे मुळात अतिशय थंड आहे (सुमारे  $-270^\circ\text{ से.}$ ) परंतु उपग्रहाच्या सूर्यप्रकाशातील बाजूचे तापमान  $+150^\circ\text{ से.}$  पर्यंत व सावलीतील भागाचे तापमान  $-100^\circ\text{ से.}$  पर्यंत जाऊ शकते. शिवाय उपग्रहाचा सावलीतील भाग सूर्यप्रकाशात आल्यास किंवा त्याउलट परिस्थितीमध्ये उपग्रहाला तापीय धक्का (Thermal Shock) सहन करावा लागतो. उपग्रहाच्या आतील भागात जेथे इलेक्ट्रॉनिक्स उपकरणे असतात तेथे सुमारे शून्य ते  $40^\circ\text{ अंश से.}$  या मर्यादांच्या बाहेर तापमान जाऊ न देणे आवश्यक असते. अवकाशातील वातावरणाच्या अभावामुळे उष्णतेचे संवहन (Convection) होऊ शकत नाही. पृथ्वीवर उन्हाळ्यात आपण पंखा वापरून हवेतील उष्मा सुसऱ्य करू शकतो, याचे कारण म्हणजे पृथ्वीवर उपलब्ध

असलेल्या हवेमुळे येथे गरम व थंड हवेमधील होणारी उष्णतेची देवाणघेवाण (Heat transfer) ही संवहनाच्या द्वारे होते. अवकाशात उष्णतेची देवाणघेवाण मुख्यतः उत्सर्जन (Radiation) पद्धतीद्वारे च शक्य असते. उपग्रहाच्या आतील उपकरणांचे कार्य सुरक्षीत ठेवण्यासाठी लागणाऱ्या तापमान-नियंत्रण प्रणालीचे डिझाइन त्यामुळे आव्हानात्मक असते.



### यंत्रावली (Mechanisms)

उपग्रहात अनेक प्रकारची कामे करण्यासाठी यंत्रावलीची आवश्यकता असते. उदाहरणार्थ, सौरपट्टी उघडण्याची क्रिया. मोठ्या आकाराच्या असलेल्या सौरपट्ट्या उपग्रह प्रक्षेपणाच्या वेळी दुमझून ठेवलेल्या असतात. अवकाशात पोचल्यानंतर त्या उघडाव्या लागतात. अंतराळात जवळजवळ भारशून्य अवस्था असते. त्यामुळे यंत्रावलीचे डिझाईन व प्रयोगशाळेत त्याची चाचणी ही कामे बिकटच असतात.

### उपग्रहाचा सांगाडा

उपग्रहाची विविध उपकरणे व्यवस्थितपणे मांडण्यासाठी सांगाड्याची जरूरी असते. अग्निबाणामार्फत उपग्रहाचे प्रक्षेपण करताना

त्याच्या सांगाड्याला व उपकरणांना हादरे (vibrations) सहन करावे लागतात. शिवाय अवकाशातील टोकाची तापमाने, विविध प्रकारची विकिरणे इत्यादी गोष्टींशी सामना करावा लागतो. त्यामुळे सांगाडा व उपकरणांची रचना मजबूत करावी लागते. त्याचबरोबर सांगाडा शक्यतो हलका व आकारमान आटोपशीर ठेवावे लागते.

### उपकरणांचे एकात्मीकरण (Integration)

उपग्रहाच्या सांगाड्यामधील डेक्सवर (decks) विविध उपकरणांची मांडणी कौशल्याने करावी लागते. कोणत्याही उपकरणापर्यंत पोचण्याचा मार्ग सुगम राहील अशा प्रकारचा आराखडा बनविणे हे बिकट काम असते. उपकरणे एकमेकांना जोडण्यासाठी वापरण्यात येणाऱ्या विशिष्ट प्रकारच्या वायर्सच्या बंडलाला हार्नेस (Harness) म्हणतात. यामध्ये हजारो

वायरींचा समावेश असतो. एकंदरीत हे गुंतागुंतीचे काम आहे.

### **विश्वसनीयता व गुणवत्ता आश्वासन कार्यक्रम (Reliability and Quality Assurance Programme)**

अवकाशात सोडल्या जाणाऱ्या घटकांमध्ये (अग्रिबाण व उपग्रह) उच्च कोटीची विश्वसनीयता ही एक अत्यावश्यक गरज असते. डिझाईन्समध्ये समाविष्ट केलेल्या विश्वसनीयतेच्या उच्च पातळीचा न्हास होणार नाही याची काळजी घ्यावी लागते. यासाठी विश्वसनीयता व गुणवत्ता आश्वासनाचा प्रभावी कार्यक्रम आखणे आणि काटेकोरपणे त्याची अंमलबजावणी करणे गरजेचे असते. या कार्यक्रमात घटक व पदार्थ (parts and materials), संविरचन – पद्धती दरम्यानची गुणवत्ता (Fabrication process quality) आणि शेवटी उपकरणे आणि पूर्ण उपग्रह या स्तरावरील चाचण्या व मूल्यांकन (Test and evaluation) या सर्वांचा समावेश असतो.

सर्वसाधारणपणे उपग्रहामधील एक लाखाच्यावर असलेल्या घटकांमध्ये (ICs, Microprocessors etc.) एक घटक जरी अकार्यक्षम झाला तरी उपग्रहाच्या कार्यात बिघाड होण्याची शक्यता उद्भवते. उच्च गुणवत्तेच्या घटकांचीच निवड, इस्पोमध्ये पोचल्यावर त्यांची १०० टक्के तपासणी आणि जरूर तेथे पुन्हा त्यांच्यावर चाचण्या केल्या

जातात. पदार्थाच्या (अल्यूमिनीअम, इन्हार इत्यादी धातू व पॉलीयुरेथिनसारखे अधातू वगौरे) निवडीमागील अनेक निकषांमध्ये ‘अवकाशाच्या निर्वात अवस्थेमध्ये पदार्थाची वायू निष्कासनाची (Out gassing) क्रिया मर्यादेच्या आत असणे’ हा एक महत्वाचा कस असतो. प्रत्येक पदार्थ त्याच्या गटाची (Batch) तपासणी व चाचणी केल्यानंतरच स्वीकारला जातो.

### **संविरचन (Fabrication)**

#### **अति स्वच्छ प्रयोगशाळा**

#### **(Clean Room)**

इले कट्रॉनिक असेंबलीज बनविताना प्रयोगशाळेतील अति-सूक्ष्म धूलिकणही संवेदनशील स्थळी पडला तर त्या सर्किटमध्ये अवकाशात गंभीर स्वरूपाचा बिघाड उत्पन्न होऊन संपूर्ण उपकरणामध्ये व काही वेळा उपग्रहाच्या कार्यामध्ये अडथळा निर्माण होण्याची शक्यता असते. यासाठी खास पद्धतीने बनविण्यात आलेल्या अति स्वच्छ प्रयोगशाळेतच उपग्रहाच्या बांधणीचे कार्य चालते. यामध्ये वावरणाऱ्या कर्मचाऱ्यांना ज्याचे धागे गळणार नाहीत अशा खास कापडापासून बनविलेले लांब कोट वापरावे लागतात. तसेच डोक्याचे केस गळू नयेत म्हणून खास टोप्या परिधान कराव्या लागतात. फॅब्रिकेशनच्या वेळी १०० स्वतंत्र खात्याद्वारे तपासणी करण्यात येते.



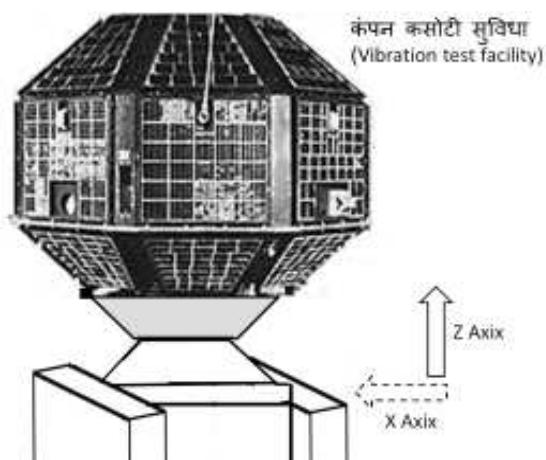
**अति स्वच्छ प्रयोग शाळा.**

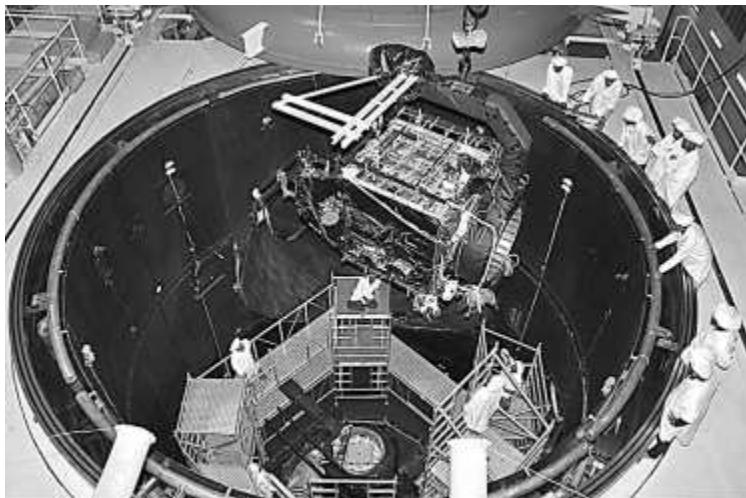
### चाचण्या व मूल्यांकन

उपग्रहाला प्रक्षेपणाच्या सुरुवातीपासून ते अवकाशात आपल्या कक्षेतील आयुर्मर्यादा संपेपर्यंत वेगवेगळ्या दिव्यांना तोंड द्यावे लागते. त्याच्या डिझाईनमध्ये अशा प्रतिकूल परिस्थितीला तोंड देण्याची व्यवस्था केलेली असते; परंतु प्रक्षेपण करण्यापूर्वी वेगवेगळ्या परिस्थितींचे प्रयोगशाळेत कृत्रिमपणे अनुरूपण (Simulation) करून उपग्रह अपेक्षित कार्य करतो किंवा कसे याची शहानिशा करण्यासाठी त्याच्यावरील चाचण्या व त्यांचे मूल्यांकन याची आवश्यकता असते. त्यातील दोन प्रमुख चाचण्यांचे उल्लेख इथे दिले आहेत.

### कंपन कसोटी (vibration)

उपग्रहाचा अग्रिबाणावर बसून केलेला प्रवास सर्वसाधारणपणे ३० मिनिटांच्या आतच असतो. या अवधीमध्ये उपग्रहाला अनिश्चित स्वरूपाची कंपने आणि धक्के सहन करावे लागतात. या दोन्ही चाचण्या मुख्यतः त्याची असते; परंतु प्रक्षेपण करण्यापूर्वी





तापीय निर्वात सुविधा  
Thermo vacuum facility.

यांत्रिकी मजबूती तपासण्यासाठी घेतल्या जातात.

### तापीय निर्वात स्थिती (Thermo vacuum)

अवकाशातील तापीय निर्वात अवस्थेमध्ये उपग्रहाला दीर्घ काळपर्यंत वास्तव्य करायचे असते. याबाबतची उपग्रहाची कार्यक्षमता तपासण्यासाठी प्रयोग शाळेतील तापीय निर्वात अनुरूपण सुविधेत तीन आठवड्यांच्या मुदतीत मधून मधून चाचण्या करून त्याच्या कार्याची शहानिशा करण्यात येते.

याशिवाय ध्वनिजन्य कंपने (Acoustic Vibrations), सौर अनुरूपण (Solar Simulation), विद्युत्चुंबकीय व्यतिकरण व संगतता (Electro - Magnetic

Interference and compatibility) अशा अनेक चाचण्या करण्यात येतात.

संपूर्ण विश्वसनीयता आणि आश्वासन कार्यक्रम हा इस्तो केंद्राच्या स्वतंत्र विभागातर्फे आखला जातो आणि अंमलात आणला जातो. उपग्रह जेव्हा या सर्व प्रक्रियेतून तावून सुलाखून समाधानकारकपणे बाहेर पडतो तेव्हाच त्याच्यावर 'उड्हाण-पात्र' (Flight worthy) असे शिक्कामोर्तब होते.



लेखक : सुरेश नाईक  
ज्येष्ठ अवकाश शास्त्रज्ञ, देशाच्या १५ हून अधिक उपग्रह मोहिमांत मोलाची कामगिरी.  
माझी समूह संचालक, इस्तो. निवृत्तीनंतर विद्यार्थ्यांमध्ये अवकाश संशोधनाबद्दल आस्था उत्पन्न होण्यासाठी भरपूर लेखन आणि व्याख्याने.

# एका ‘सद्भावी’ प्रयोगाची गोष्ट

लेखक : पद्माकर राजाराम भूत

या लेखाचा पहिला भाग आपण गेल्या अंकात वाचला.  
या अंकात दुसरा भाग

## मुलीमुलं : शास्त्र

सर्व वर्गात एक ‘आदिताल’ असायचा, मुलगे-मुली फरकाचा. सहावीत नगण्य असलेला भाव सातवी-नववी या टीन-एजमध्ये तीव्र व्हायचा. सहावीतली मुलंमुली आपसात बोलत, ते झापाट्यानं बंद पडायचं. बरं, आठवी-नववीत मुली वयात येऊ लागायच्या, शरीरांनीही, मनांनीही. मुलगे मात्र बुजरे, अपक्र राहायचे. पण त्यांचंही कुतूहल जागृत व्हायचं. सामान्यपणे कुतूहल शामवायचा मार्ग म्हणजे जरा मोठ्या मुलांनी दिलेली माहिती, ही कुजबुजत, चावट हसत दिलेली बहुशः चुकीची माहिती असायची.

पहिल्याच बँचला नववीच्या सुरुवातीला “पुढच्या वर्गात प्रत्येकानं एकेक प्रश्न लिहून विचारा. त्याची जमतील तितपत

उत्तर देऊ.” असं सांगितलं. खूपसे प्रश्न जीवशास्त्रीय, प्रजननासंबंधीचे होते. सोबतच ‘काही मुलगे ‘बायकी’ का असतात?’, ‘‘हिजडे’ म्हणजे काय?’ असेही प्रश्न होते.

( याच सुमाराला भाषेच्या मऱ्डमनं एक लैंगिक शिक्षणाची तीन दिवसांची कार्यशाळा पाहिली होती. तो कार्यक्रम चांपानेरकरांसाठीही घेण्याची तिची सूचना होती. माळी सरांना हा प्रकार हवा होता, पण गावातल्या इतरांना शंका होत्या; “आता पन्नाशीत तुम्ही लैंगिक शिक्षण घेणार?!” इत्यादी. एका वेगळ्या चांपानेरकरानं तीनचार दिवसांची सहल सुचवली. “जाऊ या, नागपूरला” यावर “नाही, निसर्गारम्य जागा जमली, तर...” असा प्रतिसाद आला. तर तश्या जागच्या एका संस्थेशी, लैंगिक शिक्षण

/ जीवन शिक्षण / तारुण्यभान यांवर बेतलेलं शिबिर घेण्याबाबत बोलणं सुरू केलं.)

प्रश्न विचारणाच्या मुलांना “तुमच्या प्रश्नांची उत्तर देणारी सहल घडवतो, पण यायचं मात्र सगळ्यांनी.” असा प्रस्ताव दिला.

शिबिराच्या सुरुवातीला यजमान-संस्थेन सर्वांना एक प्रश्नपत्रिका दिली. एका मुलानं कुजबुजत मला विचारलं, “सर, हस्तमैथुन म्हणजे काय? आणि स्वप्नावस्था?” म्हटलं, “माहीत नाही ना? मग तसं लिही.” शिबिराच्या शेवटी हीच प्रश्नपत्रिका पुन्हा ‘भरायल’ लावून घेतली गेली. त्यावेळी शंका उरलेल्या नव्हत्या, पण काही उत्तर चुकीचीही होती!

गंमत म्हणजे, पृथ्वी आणि पर्यावरणाचा भाग म्हणून आम्ही तीन प्रश्न विचारत असू. सजीव-निर्जीव, माकड-माणूस, स्त्री-पुरुष या जोड्यांमधली साम्यं आणि फरक लिहून आणायला सांगत असू. बहुतेक वेळी उत्तर गटागटानं द्यायची सूचना असे. खूपशी उत्तर संस्कृतिसापेक्ष असायची, विशेषत: स्त्री – पुरुष भेदांबद्दल. उदाहरणार्थ, ‘बायका कुंकू लावतात / लांब केस राखतात इ.इ., तर पुरुष कुंकू लावत नाहीत. इ.इ.’ यात काटछाट करून मूलभूत फरक / वरकरणी फरक यांतला फरक (!) शिकवता येतो.

पण तारुण्यभान (किंवा जी काय



euphemism सुचवाल ती) शिकवणं मला अत्यावश्यक वाटतं. कुमारवय सोपं नसतं. मला मुरुमाच्या पुटकुळ्यांचा गंड कैक वर्षे छळून गेला. या शारीर-मानसिक-बौद्धिक प्रकारात खुलेपणा आणून निष्कारण काळज्या कमी करता येतील.

### कसे करावे?

मुली लवकर वयात येतात, तर मुलो जरा उशिरानं, हे अनेकांनी नोंदले आहे. त्यातच मुलगे पुरुषप्रधानतेमुळे आडदांडपणाला ‘मर्दनगी’ मानू लागतात, आणि कधीकधी हा रासवटपणा आयुष्यभर पुरतो. मुलींना हे पचायला जड जातं. बरं, संपर्क, संवाद नसल्यानं लहानसहान गोर्झींमध्ये विकृती येतात. थट्टामस्करी, अनुभवांची देवाणधेवाण, सारं करायची इच्छा दोन्ही पक्षांना असते. पण या इच्छा निरोगी रूपांत व्यक्त होत नाहीत.

तारुण्यभान शिबिरांतले काही खेळ ही बाब स्पष्ट करून इलाज करू पाहतात. संगीत खुर्चीसारखा एक ‘विठ्ठल-रुखमाई’ नावाचा खेळ घेतला जातो. मुलांनी विठोबाची ‘पोज’ घ्यायची, आणि मुलींनी धावत फेऱ्या मारायच्या. संगीत संपताच कमरेवर हात ठेवून होणाऱ्या कडीत कडी अडकवायची. इथे लिंगांची अदलाबदलही केली जाते. जगा संकोचानंतर अत्यंत उत्साहानं, आनंदानं आणि सभ्यपणे हा खेळ खेळला जातो, पण!

पहिलं शिबिर संपताना एक मुलगी माझ्याकडे आली. म्हणाली, “सर, ते विठ्ठल - रुखमाई ठीक आहे, पण बस चांपानेरला गेली, की मुलगे एकीकडे आणि आम्ही दुसरीकडे!”

मी विठ्ठल - रुखमाईत मुलांना आणि मुलींना मिळणाऱ्या आनंदाने फसलो. एका वर्षी नववीत करायचे प्रकल्प ‘मिश्र’ करायचा प्रयत्न केला. आधी प्रचंड विरोध झाल्यानं तो नाद सोडला. पण नंतरही प्रकल्पाच्या नावानं सारे बिथ्रू लागले. काही पूरक कारणंही होती. अखेर त्या वर्षीचे प्रकल्प अत्यंत निकृष्ट झाले; म्हणजे, जे झाले ते. अर्ध्यांशिक मुलांनी काहीच केलं नाही.

नंतरच्या वर्षी नववीला एकही मुलगी आली नाही.

काही काळ ‘रीनॉर्मलायझेशन’ केले. नंतर एक बँच सरासरीपेक्षा जास्त उत्साही, जास्त शहाणी(!) वाटली. पण मुली-मुलगे

भेद तीव्रच होता. या बँचचं नववीचं शिबिर तारुण्यभानाचं होतं. आवर्जून यजमान संस्थेतल्या तरुण कार्यकर्त्याना (२२-२५ च्या मुलामुलींना!) भांडणाचं मूळ शोधायला सांगितलं, त्यांची पाहणी ‘शॉकिंग’ होती. मुलगे सांगत, “ती xxx लिप्स्टिक लावून येते (चूक). आणि आमच्याशी तुच्छतेन वागते (बरोबर)!” मुली सांगत, “तो xxx आणि xxx ठीक आहेत, पण इतर सारे माणसांत धरण्याजोगे नाहीत!”

खरं तर या मुलांमध्ये आम्ही भरपूर ‘भावनिक गुंतवणूक’ केली होती. सहावी-सातवीत एक-दिवसी सहली, आठवी-नववीत तीनचार दिवसी शिबिर, आठवीनंतरच्या उन्हाळ्यातही एक सात दिवसांची ‘कार्यशाळा’, असं सारं केलं होतं. पुढे नववीनंतरच्या उन्हाळ्यातही एक चार-दिवसी शिबिर भरवलं. पण स्त्री-पुरुष भेद काही मिटेना!

याचा स्फोट झाला नववीनंतरच्या समारोपाच्या दिवशी. “यापुढे मुलांची आणि मुलींची वेगवेगळी शिबिरं घ्या!” इथर्पर्यंत सूचना आल्या. मोहिते मुलांमध्ये मिसळणारा. शिबिरांमध्ये तपशिलात शिरून मुलांचा विश्वास संपादन करणारा. तो म्हणाला, “तुमचा राग हा खरा आकर्षणातून येतो आहे.” खूप ‘पर्सेप्टिव्ह’ मत हे. पण मुलामुलींना पटेना, अखेर मी हत्यार उपसलं, “सर्व मुलांच्या आया मुली आहेत, सर्व



मुलांचे बाप मुलगे आहेत. प्लीज, प्लीज प्लीज फालतूपणा टाळा; आणि स्वतःचा विचार माणूस म्हणून करा!”

हे जमलं. नववीनंतरच्या उन्हाळ्यातल्या शिबिरात समेट झाला. मुलगे मेहेनतीची कामे न सांगता करत, आणि मुली न सांगता याला दाद देत.

ही प्रक्रिया आवश्यक का असावी? ती टाळता येणार नसेल, तर वेगवान का करता येऊ नये?

मला आठवी - नववीच्या मुलामुलींचाच अनुभव नाही. मी प्रयत्नाने बावीस-अड्डावीसच्या वयाच्या मुलामुलींशी दोस्ती केली आहे. त्या वयांच्या शेवटी मुलंमुली ‘माणस’ होतात. एकमेकांशी मैत्र्या करतात, ज्यांत लैंगिक भाग असण आवश्यक नसत; पण महत्त्वाचं असत.

ही सगळी प्रक्रिया वेगवान करायला हवी आहे. त्यानं खूपसा मानसिक ऊर्जेचा अपव्यय टाळला जाईल. प्लीज सुचवा, की हे कसं करावं.

### अभ्यासक्रम

माझा विषय ‘पृथ्वी आणि पर्यावरण’. ढोबळमानाने मी काय करतो हे नोंदतो.

१) खडक घडण्याच्या तीन यंत्रणा, लाव्हातून, खडक

झिजून घडलेल्या गाळातून आणि रूपांतरित.

२) यामागच्या यंत्रणा, खंडांची हालचाल, झीज, दाब आणि उष्णता. ३) जीवसुष्ठी

आणि तिचा इतिहास; शोध गाळाच्या खडकांमधून, जीवाशमांमधून ४) उत्क्रांती

५) माणूस या प्राण्याचा इतिहास, जीवाशमांमधूनचा, शारीरिक.

५) त्याची मानसिक - सामाजिक अंगं.

६) अन्न गोळा करण. ७) अन्न पैदा करण.

८) औद्योगिक जीवनशैली ९) या शेवटच्या जीवनशैलीचे पर्यावरणीय परिणाम आणि त्यावर संभाव्य उपाययोजना.

या सगळ्याला जवळपास ३५-४० तास देता येतात, आठवीत २०-२५ आणि नववीत उरलेले पंधराएक. पहिले सहा मुद्दे आठवीत, आणि उरलेले नववीत. मुलांना विज्ञानाची बरी ओळख असली तर एवढा

वेळ पुरतो. पण तशी ओळख नसते. अर्थातच हे ‘सरासरी’ मत आहे. पंचवीसेक मुलांपैकी पाचेक जणांना विज्ञानाची समज असते. आणखी दहाएक मेहेनतीने ती करून घेतात.

शिकवावं कसं याचं औपचारिक शिक्षण मला मिळालेलं नाही. त्याबाबतची काही थोर शिक्षकांची मतं वाचलेली आहेत; रसेल, होल्ट, विनोबा, गिजुभाई बधेका (दिवास्वप्न). काही उत्कृष्ट शिक्षकांनी शिकवलं आहे आणि त्यांच्या बलस्थानांचा विचार केला आहे. प्रयोगांचं महत्त्व, नई तालीमचं स्वशिक्षणाचं अंग, हे आतपासून पटलेले प्रकार आहेत. मुख्य म्हणजे, मला मुलं आवडतात. येवढ्या शिदोरीवर जमेल ते करतो.

## दबाव

वर्गात मुलांना प्रश्न विचारायला उद्युक्त करणं बरंच जड जातं. शाळांमध्ये शिक्षकांना संख्येचा आणि उपचारांचा दबाव चिरडून टाकतो. इच्छा असली तरी ते मुलांना ‘विचारं’ करू शकत नाहीत. (आणि जोपर्यंत मुलं आपण होऊन माहिती आणि ज्ञान शोधत नाहीत, तोपर्यंत घोका – ओका – गुणवत्ता याद्या, JEE - PMT व तसले अमानुष प्रकार टिकूनच राहणार.)

होशंगाबाद सायन्स टीचिंग प्रोजेक्ट पाचवी ते आठवी या चार वर्गावर बेतलेला होता. नववीपासून HSTP ची मुले ‘मुख्य

प्रवाहा’त सोडली जात. HSTP चे एक कार्यकर्ते नववीच्या शिक्षकांचं HSTP मुलांबाबतचं मत सांगत होते, “शुरू में तो वह बहोत गडबड करते है, सवाल पूछते हैं. उछलते – कूदते हैं. लेकिन हफ्तेभर में शांत हो जाते हैं.” ऐकणारे सगळे चुकचुकले. पण नववीच्या शिक्षकांची तरी काय चूक? किमान सत्तर मुलांकडून अभ्यासक्रम पुरा करवून घेतानाच रोज काय शिकवलं त्याची डायरीही भरून द्यायची असते. संख्या मुलांचं नुकसान करत नाहीत, तर शिक्षकांनाही क्रूर आणि खोटारडं करतात. फार कमी शिक्षक यातून चांगले मार्ग काढू शकतात.

कार्यशाळेत आम्ही ना संख्येचं दडपण येऊ दिलं, ना उपचारांचं. पण HSTP नंतर मुख्य प्रवाहात जाण्यापेक्षा त्याच्या उलट दिशेचा प्रवास जास्त अवघड होता. एक तर ‘खरा’ शैक्षणिक प्रवाह थांबत नव्हता. काही काळासाठी मुलांना इकडेतिकडे (ही) पाहत बागडू द्यायचाच प्रयत्न होता. बरं, मुलांची शाळेतच कुंचंबणा होत होती असं नाही. घरीसुद्धा बहुशः दडपण मार्क, गुणवत्ता क्रमांक असं तरी होतं, किंवा मुलींसाठी ‘दिसणं’ व इतर ‘स्त्रीसुलभ’ गुण अंगी बाणवण्यासाठी तरी होतं.

शाळा, घर यांसोबत सर्वांत कठोर दडपण असतं सहाध्यार्थींचं. नववीची दिवाळी संपली, की तिन्ही दडपण मुलांना

एकस्ट्राकलासेस, शिकवण्या, क्रॅश कोर्सेस, स्मरणशक्ती वाढवणारे वर्ग अशा अनेक दांतेरी चाकांच्या चरकांत ढकलतात.

दोन मुलगे होते, एक अँकडमिक हुषार, दुसरा उत्तम चित्रकार. नववी - दहावीमध्यल्या उन्हाळ्यात तीसेक मुलांना एका सेंट्रिय शेतीच्या प्रयोगाच्या जागी नेलं. पहाटे दोन ते सकाळी दहाच वीज. चव्वेचाळीस सेल्सियसचा बन्हाडी उन्हाळा. पण सोबत घरचं, ताजं जेवण. किती ताजं? अकरा वाजता जमिनीतली भाजी काढून साडेबाराला ताटाट! मुलांना उन्हाळा जाणवलाच नाही. पण माझे दोन पट्ठे एकमेकांच्या दबावानं, घरच्या दबावानं 'क्रॅश कोर्स'ला गेले. इथे दीडशे मुलांपुढे सकाळी सात ते संध्याकाळी सहा दहावीचा अभ्यासक्रम 'हटला' जायचा. काय साधतं यातून? विचारच नाही!

अभ्यासक्रम व्यक्तीनुसार बेतणं; काही

'किमान समान' सगळ्यांना, अगदी शेवटच्यालाही समजेपर्यंत पुढे न जाणं; आपल्या जीवनातलं ज्ञानाचं स्थान स्पष्ट करणं; मजा आणं; सगळ्याचा विचका होतो. एक मात्र चांगलं आहे. माणसं शहाणी असतात. शाळा कॉलेज संपून पांचसात वर्षे झाली, की जुने अत्याचार विसरून खरं जगू लागतात. पण ब्रण राहतात.

या दबावांमुळे मुलं अकारण बचावात्मक भूमिकेत शिरतात. प्रत्येक प्रश्न हा भू-सुरुंग असल्यासारखा शंकेखोरपणे पाहिला जातो. स्वतः प्रश्न विचारणं सोडा, साधं संभाषणी अवघड होतं. जी मुलं सहावीपासून आमच्यासोबत असतात, ती आठवीअखेर जरा मोकळी होतात; त्यातही मुली आधी आणि मुलगे वर्षभरानं.

पण शिकवताना आवर्जून पोरकटपणा करत आम्ही मुलांना मोकळं वागायला उद्युक्त करत राहतो. याचा अतिरेक झाल्याने एका मुलानं एका शिबिरात यजमानांना सांगितलं, "सर लोक आमच्याशी मजाक कराले कार्यशाळा घेते." दबाव हटला, आणि लंबक दुसऱ्या टोकाला पोचला.

### शिस्त

काही प्रायोगिक शाळा शिस्त लावणं आवर्जून टाळतात. संख्येनं फार लहान वर्गात हे जमतं, असं मानायला जागा



आहे. बेशिस्तीची मुळं कोणती?

सर्वांत महत्त्वाचं कारण म्हणजे वाईट शिकवण. जर शिक्षक मुलांचं लक्ष वेधून घेऊन ते धरून ठेवू शकत नसेल, तर गडबड होते. पण लक्ष वेधून घेण, धरून ठेवण, यांत सर्व मुलांचा विचार करावा लागतो. शिकवण सरासरी मुलांवर, खरं तर सर्वांत जास्त गरज असलेल्या मुलांवर बेतावं लागतं. आणि ज्यांना समजलेलं असतं ती मुळं यांन झापाट्यानं कंटाळतात. सहावी - नववी या वयांत पहिला प्रतिसाद असतो तो एकट्यानं किंवा साथीदारांच्या मदतीनं कंटाळा व्यक्त करण्याचा. याची प्रमाण पद्धत म्हणजे मुख्य शिक्षणप्रवाहाशी असंबद्ध बोलून, वागून लक्ष वेधून घेण.

माझ्या पहिल्या तुकडीत शिस्तीचा प्रश्न उपजलाच नाही. नागपूर - चांपानेरचे तीनचार शिक्षकस्नेही मागे बसलेले असत, आणि यानं मुळं आपो आप नावडत्या शिकवण्यावरही लक्ष केंद्रित करत. बरं, प्रश्न विचारण, पूरक (किंवा असंबद्ध !) माहिती देण, याला उत्तेजन असल्यानं मुलं स्वतःची करमणूक करून घेऊ शकत. जेव्हा तीनचार वर्ग सुरु झाले आणि मागे शिक्षक बसणं बंद पडलं, तेव्हा मात्र जरा जरा 'घटना' घडू लागल्या.

एक मुलगा खरोखरीच हुषार होता. त्याला जे काही सांगितलं जाई ते तत्काळ समजत असे. मला मात्र दोनदा, तीनदा

वैगवेगळ्या पद्धतीने सांगत सर्वांना सोबत घेऊन चालावं लागे. तर विजयचा, त्या हुषार मुलाचा कंटाळा अशोक या मित्राच्या मदतीने व्यक्त व्हायला लागला. अशोक हुषार नव्हता. तो होता 'बडे बाप का बेटा', आणि तरीही सुस्वभावी. तो अधूनमधून 'पण्ठा'ची स्कूटर आणायचा, आणि त्यामुळे(!) लोकप्रिय होता. विजय - अशोक यांच्या बेशिस्तीची, सतत बोलत राहण्याची जुगलबंदी पुढच्या बाकावर बसून चालायची. बहुतेक वेळा सौम्यशा टोकण्याने सुरळीतपणा यायचा. एकदा मात्र माझा तोल गेला. मी रागावून वर्ग सोडून बाहेर पडलो.

विजय मागून आला, “तुम्ही इतरांना रागवत नाही. त्या बुद्धू मुलांनाही सहन करता, मग माझ्यावर राग का?” वैरे बोलू लागला. तोवर मी सावरलो होतो. त्याला सर्वांसोबत जाण्याची निकड सांगितली. ती त्याला पटली नाही, पण समजली.

नंतर माझे एक व्याही, तज्ज्ञ शिक्षक असलेले, त्यांना ही कहाणी सांगितली. ते म्हणाले, “तुझा जावईही असंच वागायचा!” आणि मला साक्षात्कार झाला. मीही शाळेत सतत ‘पटर - पटर’ करणाराच होतो !

पण काही मुळं खरीच लक्ष केंद्रित करू न शकणारी असतात. त्यांची बेशिस्त समजावून सांगून कमी होत नाही. त्यांना काहीतरी (च) विचारून लक्ष वेधून घ्यायचं असतं. बरं, वयाच्या, वर्गाच्या मानानं

माहितीचा साठा फार कमी असतो. एका सहलीत खूप रंगीबेरंगी दगड सापडत होते, गारगोटी कुळातले. मुलांना स्वैरपणे लाळ्हात पसरणारी खनिजं, रसायनं, वगैरे सांगत होतो; उपमा मसालेभाताची, की एखाद्या घासात भाजीचा तुकडा येतो, एखाद्यात नाही येत. दोनदा, तीनदा सांगून एकूण समज वाढत होती. एक मुलगी मात्र बिनतोड युक्तिवाद केल्यासारखी एक दगड घेऊन आली, अर्धा पांढरा आणि अर्धा हिरवा. “हे इकडे असं, तिकडे तसं का आहे?” म्हटलं, “नीट प्रश्न रचून मग विचार. ‘असं - तसं’ करू नकोस.” तोवर तिचा मला पेचात पकडण्यातला रसही संपला. पण दोनचार मिनटांनी पुन्हा तेच, ‘हे असं का आहे, ते तसं का?’ दगडही तोच !

सबुरी, पेशन्स यात मी कमी पडतो; त्यामुळे बेशिस्त मला नीटशी झेपत नाही. आमचा सामान्य विज्ञानवाला जास्त थंड. “ए! मी दोन टाळ्या वाजवल्यावर गप्प बसून ऐकायचं. आपण माणसं आहोत की जनावरं?” हे सारं तो आतपर्यंत न पोचताच म्हणू शकतो!

### प्रकल्प

नववीच्या मुलांचे चार-सहा जणांचे गट पाझून त्यांना प्रकल्प करायला लावण, हा सुरुवातीपासूनचा प्रघात आहे. त्यातही प्रयोग किंवा ‘वर्किंग मॉडेल’ हा सर्वात चांगला

प्रकल्प, ‘नॉन-वर्किंग मॉडेल’ चा दुसरा क्रमांक, ‘तत्का’ त्याखाली आणि शेवटी माहितीचं संकलन; हा महत्त्व देण्याचा क्रमही प्रथमपासून स्पष्ट केला गेला आहे. यातून काही उत्तम प्रकल्पही मुलांनी घडवले आहेत.

‘कापूस ते कापड’ हा प्रयोग चार मुलींनी केला. कापसाचं रोप वाढवणं, सूत गिरणीत जाऊन सर्व प्रक्रिया समजावून घेणं, लहानशा हातमागावर कापड विणणं, आणि हे सारं नमुने दाखवत समजावून देता येणं; असा हा प्रकल्प केला गेला. काही वर्षांनी चारपाच मुलांनीही हा प्रकल्प घेतला, पण दर्जा कमी पडला.

जेवण तयार करून त्यातून संतुलित आहाराचे हिशोब मांडणं, हेही दोनतीनदा केलं गेलं. यात मुली, मुलगे अशा दोघांनीही चर्वींत आणि विश्लेषणात बरीच धडपड केली. परंतु स्वयंपाक ‘लिंगभेद-निरपेक्ष’ च ठरला!

सर्वात धडपडलेला प्रयोग काही मुलींच्या शेतीचा होता. आधी बागेचा एक कोपरा साफसूफ करून कोथिंबीर, मोहरी लावली, ती कुत्र्यामांजरांच्या बसण्यानं उद्धवस्त झाली. मग गच्छीवर माती नेऊन एक चौरस मीटर, पाचसात सेंटीमीटर जाड ‘हॅंगिंग गार्डन’ बनवलं, ते पॅरापेट-भिंतीच्या फार जवळ असल्यानं उष्णतेनं पीक जळून गेलं. नव्यानं पेरणी केली, ती पाईपानं पाणी घातल्यानं धुवून गेली. झारीनं पाणी घालून,

मिंतीच्या जरा दूर जाऊन अखेर पीक निघालं. घरच्यांनी कौतुकानं दहा रूपये दिले, मूठभर पालेभाजीचे, एकरी चाळीस हजार रूपये. तर शेतीचे अनेक प्रश्न, आणि 'फ्रेंडली मार्केट' ची गरज, सारं मुलींनी थेट अनुभवलं.

या खन्या प्रकल्पावर उतारा म्हणून एका मुलीने वनस्पतींच्या वर्गीकरणावर 'कटू अँड पेस्ट' गूगलप्रणीत निबंध संगणकावर लिहिला. त्याच्या 'स्पायरल - बाऊंड' प्रती वाटल्या. कौतुक झालं नाही म्हणून रडारड केली.

पण अर्धी मुलं तरी प्रकल्प मनापासून करतात. मुलांच्या एका गटाला मिरांमध्ये एक सर्वेक्षण करायला लावलं. प्रत्येकानं आपल्यापाशी कोणत्या प्रकारचे किती कपडे आहेत ते नोंदायचे. शॉट्स, पॅट्स, जीन्स, बर्मूडा, कार्गो पॅट्स... एकूण पंचवीस प्रकार. सरासरी काढायची.

प्रत्येक वर्षाअखेरीला प्रकल्पांचं प्रदर्शन हा समारोप - समारंभाचा भाग असतो. पाहायला खूप मुलं येतात. काही (साताठ) शिक्षकही येतात. पालकांना आमंत्रण देऊनही कधी प्रकल्प - समारोप पाहायला येणाऱ्या पालकांची संख्या चारावर गेलेली नाही.

मुळात मुलांना प्रकल्प निवडणं जड जातं. खूप सूचना, मदत, यानंतर प्रकल्प निवडले जातात. त्यातही 'नाट्यमय', कुठल्यातरी स्पर्धेत ठेवता येतील असे प्रयोग करायचा मोह होतो. त्या तुलनेत दहाबारा

घरांच्या, चार रस्त्यांमधल्या चौकोनाची जैवविविधता तपासणं गौण वाटतं. असं सारं असुनही प्रकल्प हे एकूण कार्यशाळेले एक यशस्वी अंग आहे, असं आम्हा शिक्षकांचं (तरी) मत आहे.

## गोट्याला घाम

पहिल्या तारुण्यभान / जीवनशिक्षण शिबिरापासून दर एका वर्षाआड ते शिबिर भरवलं जातं. यजमान - संस्थेच्या कार्यक्षमतेमुळे, दिलदारीमुळे, कल्पकतेमुळे ही शिबिरं यशस्वी होतातच. या शिबिरांआडची वर्ष मात्र घाम काढतात!

एक त्रिस्थळी शिबिर भरवलं. दीड दिवस एका सेंद्रिय शेतावर, दोन दिवस एका सेवाभावी संस्थेसोबत भटकण्यात, अर्धा दिवस एका ख्यातनाम सेवाभावी संस्थेची पाहणी, असं हे शिबिर होतं. भटकंतीच्या भागात भूजल, स्तरित खडक आणि प्रत्येक मुलाला प्रत्यक्ष जीवाशम पाहता, वेचता येणं, असे प्रकार होते. एका चांपानेरकर शिक्षकाच्या मते हे सर्वांत थेटपणे जीवनाला भिडणारं, 'ज्ञानी' शिबिर. पण हेच मुली नसलेलं, जीवनापासून दूरचं शिबिर !

शिबिरांमध्ये मुलं मोकळी होतात, ज्यामुळे ज्ञान देण - घेणं सोंपं जातं, हे निर्विवाद. पण इथेही आयोजक यजमानांची मेहेनत आणि एकूण परिणाम यांचं प्रमाण व्यस्त आहे. होशंगाबाद सायन्स टीचिंग

प्रोजेक्ट बंद पडताना त्याच्या आयोजकांनी एक पुस्तिका काढली. सेवाभावी संस्थांचे प्रयत्न किती कमी प्रमाणात परिणामकारक ठरतात, यावर त्या पुस्तिकेत बराच ‘विलाप’ होता. ‘बडे भाई’चं असं झालं, तर आम्ही चांपानेरकरांनी वेगळ्या अपेक्षा का ठेवाव्या!

हे एकूण कार्यशाळा / प्रकल्प / शिबिर यंत्रणेलाच लागू पडत. संख्यांचा दबाव ‘स्वस्तात’ झेपत नाही. बहुतेक मुलांना त्यांच्या भावी आयुष्यात ज्या परिस्थितीत जगावं लागणार आहे त्याची तोंडओळख तरी शिक्षणातून व्हायला हवी. औपचारिक शिक्षणव्यवस्था तर यात कमी पडतेच, पण आमच्या कार्यशाळेसारखे पूरक प्रयत्नही कमी पडतात.

एक महत्त्वाची संकल्पना ‘उत्क्रांती’ ही. अगदी पहिल्या बँचपासून मी झडझडून ती मुलांना समजावायचा प्रयत्न करत आलो आहे. एका सत्रात तर एका निरीक्षकानं शुद्ध वळाडी बोलीत मला, “तुम्ही तर गोट्याला घाम आणला”, असं प्रशस्तिपत्रही दिलं. पण मला मुलांनी उत्क्रांतीचं तत्त्व आत्मसात केलं आहे असं म्हणवत नाही.

त्या तुलनेत चक्रनेमिक्रम, कर्मविपाक असली कोणताही ऐहिक आधार नसलेली ‘तत्त्व’ आपल्या समाजात सहज रुजतात. माझ्यासारख्या गोट्यालाही याने घाम येतो.

मुलांना DNA ची रचना, तिची प्रथिने घडवण्यातली भूमिका, प्रजननातली भूमिका,

पैशीविभाजन, सारं सारं समजतं. पण ती मुलं शेवटी अल्लाद ‘गेल्या जन्मीचे कर्म’ मानू लागतात. त्यांना ‘A excludes B’ हे पटवून देणं मला जमत नाही. माणसे दोन परस्परविरोधी भूमिका सहजपणे मनांत बाळगतात. काय करावं?

### दोन पायांमध्ये शेपूट

आज चांपानेर कार्यशाळा आणि तिच्याभोवतीच्या उपक्रमांना एखाद डझन वर्षे झाली आहेत. अशा टप्प्यांवर ‘मागे वळून पाहताना’ वौरे मथळ्यांचे लेख लिहायची पद्धत आहे. लाज सोडून ‘सिंहावलोकन’ ही म्हटलं जातं. मला मात्र योजनेचा वाढता दुबळेपणा जाणवून शेपूट दोन पायांमध्ये घातलेल्या कुत्र्याबाबत जास्त सहवेदना जाणवते. तरी एक झटपटचा आढावा घेतो.

चांपानेरभोवती (पुण्याभोवती आहे तसेच!) एक पब्लिक स्कूल्स – इंटरनेशनल स्कूल्सचं वलय तयार होतं आहे. वार्षिक खर्च दर मुलामागे चोवीस ते चाळीस हजार होतो. गावातही वर्षाकाठी बारातेरा हजार खर्चाची ‘कॉन्वैंटेस’ घडत आहेत. आजही आसपासच्या खेड्यांमध्यली मुलं चांपानेर नगरपरिषद शाळेत येतात, कारण तिथं शिकवलं जातं. वर्षाकाठी चाळीस – पन्नास रुपये परीक्षाशुल्क, येवढाच खर्च होतो.

याउलट शहरांमध्यल्या बन्याच ‘मेरिट

- लिस्ट फॅक्टर्यां'नी शिकवणं बंद केलं आहे. 'कोचिंग क्लास भरती केंद्र', असंच त्यांचं आजचं रूप उरलेलं आहे. भावी आयुष्याची दिशा ठरवू देणारी अकरावी - बारावीची वर्ष बहुतेक शहरी कॉलेजांमध्ये फक्त प्रयोगशाळांना उपस्थिती असते. 'टेस्ट पेपर्स' सुद्धा आज कोचिंग क्लासेसमध्येच दिले जातात. हे सगळं गेली वीसपंचवीस वर्षे घडत आहे. महागाच्या शाळा हा प्रकार मात्र गेल्या दहापंधरा वर्षातला आहे.

काही पिढ्या शिक्षण घेतलेले लोक, नवश्रीमंत, सुजाण पालकही या प्रक्रियेपासून स्वःला दूर ठेवू शकत नाहीत. आपल्या मुलांना पुढील आयुष्यासाठी (कणभर का होईना) लाभ व्हावा म्हणून सगळा प्रकार कमीजास्त उत्साहानं सहन केला जातो. मीही केला. यानं आपला समाज दुभंगतो आहे, नव्हे, शतखंडित होतो आहे. विक्रम साराभाई एकदा म्हणाले होते की प्रत्येक साक्षरानं, सुशिक्षितानं दोन निरक्षरांना, अशिक्षितानं शिकवले, तर आपला समाज झापाट्यांन सुशिक्षित होईल. त्यांचं मत अर्ध्यावर आणून 'इच वन् टीच वन्' म्हटलं गेलं. पण तो स्वातंत्र्यानंतरच्या 'मिड्नाईट्स चिल्ड्रेन' पिढीचा काळ होता. आज इतरांसाठी काही करणं आपली स्पर्धात्मकता मारतं, असं समजलं जातं. आणि स्पर्धात्मकता हा एकुलता एक गुण मानला जातो. 'मार्केट शेअराय नमः'.

युरोप - अमेरिका यांनी आपापल्या समाजांच्या सर्व मूलभूत गरजा पूर्ण करूनच उरलेली क्षेत्रं स्पर्धात्मकतेसाठी खुली केली. जपान, कोरिया, तैवान, चीन यांनी देशांतर्गत स्पर्धा टाळून आंतरराष्ट्रीय क्षेत्रांतच स्पर्धा करण्याची धोरणं आखली व राबवली. या सर्व देशांमध्ये खूपसं अंतर्गत सहकार्य आहे, जे भारतात नाही.

पण नुसतीच या प्रकारावर टीका करण्याएवजी सहकार्य वाढवणारा एखादा प्रयोग करावा, या इच्छेने कार्यशाळा सुरु केली.

पहिल्या दोन वर्षानंतर सामान्य विज्ञानवाला सोबत आला. त्याआधीही पंचवीसेक वर्षे तो 'नेकी कर, दर्या में डाल' वृत्तीनं स्लाईड - शोज व वैज्ञानिक सहली करत होताच. पुनरावृत्तीचा कंटाळा नसणं आणि श्रेय, 'रेकम्पिशन' ची इच्छा नसणं या दोन दुर्मिळ गुणांवर बेतलेलं त्याचं आयुष्य. पण एकाच मुलांच्या गटासोबत काम करण्याची त्याची ही पहिलीच वेळ होती.

भाषा शिकवणारीने कौटुंबिक - वैयक्तिक अडचणींमुळे, आणि मुला - पालकांना भाषेचे महत्त्व न उमगल्याने माघार घेतली. चांपानेरमधून एक शिक्षक नववीला दहा - बारा वर्गांमधून खगोलशास्त्र शिकवतो. पण काळवेळ पाहता ते बरंचसं गादीवर पोहण्याचा सराव करण्यासारखं होतं. रात्रीच्या आकाशदर्शनाला यायला निमशही मुलींच्या

घरून विरोध होतो. पण हा शिक्षक वगळता एकही चांपानेरी शिक्षक थेट उत्तरायला तयार नाही.

खरे तर हे अवघड नाही. एकदोन जीवशास्त्री डांस, मधमाश्या, फुलझाडं वगैरेवर सहज एक तुकडी घेऊ शकतात. सूक्ष्मदर्शकाचा वापर, त्यातून पेशीविभाजन दाखवणं, वनस्पतींचे अवयव, यांवरही एक तुकडी चालू शकते. पण स्वतःच अभ्यासक्रम ठरवून तो पुरा न झाला तरी चालेल. ही गुणी वृत्ती त्या पेशेवर शिक्षकांना नकोशी वाटते.

माळी सरांचे आयोजनकौशल्य, हा कार्यशाळेला आवश्यक भाग आहे. आधी ज्येष्ठ शिक्षक, दोनेक वर्षे मुख्याध्यापक, या नात्यांमधून ते कार्यशाळेचं एकूण संचलन अत्यंत मऊसूत तऱ्हेनं करत. पण आज ते निवृत्त झाले आहेत. एकेकाळी कनिष्ठ साहाय्यक असलेल्यांकडून कामं करवून घेणं जास्तजास्त अवघड होत आहे.

पालकांचा शून्य प्रतिसाद मात्र मला तरी अनाकलनीय आहे. एकीकडे ८०-९० पर्सेटाईल मुलांना दारिद्र्य अडवतं आहे. दुसरीकडे TERI च्या पर्यावरणाबाबतच्या शंभर प्रश्नांच्या स्पर्धा, महाराष्ट्र सरकारचे नववी - दहावीतच भावी आयएएस - आयपीएस शोधायचे प्रयत्न, यांतून उंटिणीचे मुके घेणारे क्षमतेपलीकडचे प्रकार गंड उत्पन्न करत आहेत. अनुदानित अन्नवितरणाला

समर्थक तरी मिळतात. अनुदानित शिक्षण मात्र केवळ स्कॅम्स - कांडं यांतूनच व्यक्त होतं. आणि पालकांचं नीटस मार्गदर्शन करण्याची व्यवस्थाच नाही.

मोठ्या शहरांमध्ये प्रायोगिक शाळा चांगलं शिक्षण कशाला म्हणावं याचे आदर्श तरी लोकांपुढे मांडतात. इतर जागी रखरखीत वाळवंटच फक्त आहे.

## मार्कलिस्ट

अखेर चांपानेरच्या दहाबारा वर्षाचं फलित काय?

- पालकांना जागं करणं, चांगलं शिक्षण म्हणजे काय याची जाणीव उत्पन्न करणं - शंभरात शून्य मार्क.
- स्थानिक शिक्षकांना चौकटीबाहेर विचार करायला लावणं - शंभरात दहा मार्क.
- मुलांना मोकळं करून, विचार करायला, काम करायला उद्युक्त करणं - शंभरात वीस मार्क.
- मुलांना चार चांगल्या आठवणी देणं - शंभरात तीस मार्क.
- स्वतःला चांगल्या कामात गुंतवून घेणं - शंभरात पन्नास मार्क.
- शहरी समविचारी कार्यकर्ते मिळणं - शंभरात शून्य मार्क.



लेखक : पद्माकर राजाराम भूत  
१०८, अंबापेठ, अमरावती.

# गणित शिक्षणात

## ख्रेळंच्या वापर

लेखक : आमोद कारखानीस

गणिताच्या सर्वसाधारण कोणत्याही पाठ्यपुस्तकातील एखाद्या प्रकरणाची रचना / स्वरूप ठरलेलं असतं. त्या प्रकरणात ज्या संकल्पनेबद्दल मांडणी करायची आहे त्याचं थोडक्यात वर्णन, त्या संकल्पनेला पुष्टी देणारं प्रमेय, सिद्धता आणि सोडवून दाखवलेली काही उदाहरणं, याच क्रमानं सर्व संकल्पनांबद्दलची मांडणी करायची आणि प्रकरणाच्या शेवटी विद्यार्थ्यांना सोडवण्यासाठी खूप सारी उदाहरणं. एखादं पाठ्यपुस्तक खूपच चांगलं असेल तर त्यात कदाचित सुरुवातीला जरा सविस्तर विवरण केलेलं असतं आणि अर्थातच सरावासाठी जास्त उदाहरणं दिलेली असतात. शिकण्याच्या पद्धतीत ह्याच क्रमाचं प्रतिबिंब दिसतं. शिक्षक वर्गात येतात, आज काय शिकवणार ते सांगतात, कधी कधी आधीच्या वर्गात जे शिकवलेलं असेल त्याचा संदर्भ देतात. सिद्धता समजावून देतात, उदाहरणं सोडवून घेतात आणि शेवटचा अपरिहार्य

भाग म्हणजे गृहपाठ देतात. पाठ्यपुस्तकातील किंवा शिक्षकांनी तयार केलेली उदाहरणं सोडवून आणायला सांगतात. मुलांकडून सरावासाठी भरपूर उदाहरणं सोडवून घेणारा शिक्षक ‘चांगला’ समजला जातो. नाहीतर गणित शिकवण्याचा हाच उद्देश असतो असं दिसतं.

अंकगणिताचा सराव -

आवश्यक कुकर्म ?

पुष्कळदा शिकवलेली पद्धत किंवा सूत्र वापरून सरावासाठी अंकगणिताच्या उदाहरणांचा भडिमार केलेला असतो. बन्याचशा मुलांना गणित हे कंटाळवाण वाटतं. विषय समजावून देण्यासाठी शिक्षक कधीकधी शैक्षणिक किंवा इतर काही साधनांचा वापर करून त्यात थोडी गंमत किंवा रस निर्माण करण्याचा प्रयत्न करतात. पण सराव उदाहरणं सोडवणं म्हणजे निव्वळ हमाली ! नुसता तोचतोपणा. त्यामुळे हुशार

मुलांच्या बुद्धीला पुरेसं खाद्य मिळत नाही. आणि ज्यांना गणित आवडत नाही, त्यांनाही ह्या प्रकाराचा तिटकारा वाटतो. तरीही उदाहरणं सोडवणं ही अत्यावश्यक बाब असते. आज घडीला गणित शिकवताना ह्या सरावाला खूप जास्त महत्त्व दिलं जातं.

मी शाळेत असताना आम्हाला काळ, काम, वेगाची गणितं असायची. शिक्षक आमच्याकडून ढीगभर गणितं सोडवून घ्यायचे. ती गणितं ठरावीक असायची. ‘तीन माणसं एक काम पाच दिवसात करतात. तर पाच माणसांना तेच काम करायला किती वेळ लागेल?’ किंवा आणखी हास्यास्पद उदाहरण म्हणजे ‘एका हौदात एका नळानं पाणी सोडलं तर तो दोन तासात भरतो आणि दोन नळांनी प्रत्येकी सहा तास पाणी बाहेर सोडलं तर हौद रिकामा होतो. जर सगळे नळ एकावेळी चालू ठेवले तर हौद रिकामा ह्यायला किती तास लागतील?’

असली सगळी गणितं आम्हाला निरुपयोगी वाटायची आणि असं वाटायचं की विद्यार्थ्यांचा छळ करण्यासाठीच ती तयार केलीत. नाहीतर कोण कशाला अशा तळ्हेचा हौद बांधेल. आणि समजा बांधलाच तर एका वेळी एकच नळ नाही का वापरणार? असल्या गणितांचा आमच्या (जगण्याशी) आयुष्याशी काहीही संबंध नाही असं वाटायचं. आणि ही गोष्ट तर खरीच आहे की ही गणितं आयुष्यातल्या प्रत्यक्ष

अनुभवावर आधारलेली नसतातच. शिकलेल्या गणिती सूत्र किंवा पद्धतीचा सराव व्हावा अशा दृष्टीनेच ती तयार केली जातात.

पण गणित चांगलं येण्यासाठी सराव तर अत्यावश्यक आहे. नाहीतर सूत्र किंवा संकल्पना लक्षात कशा राहतील? मग, गणित हे अत्यावश्यक कुर्कम मानायचं? की त्याला काही पर्याय आहे?

### पर्याय काढणं शक्य आहे?

एक साधं उदाहरण घेऊ... त्या दिवशी वर्गात कोन दुभाजकाची रचना शिकवली आणि मुलांना काही कोन आणि त्यांचे दुभाजक काढायला सांगितलं. ते मुलांना कंटाळवाणं वाटलं. कोणालाच ते काढण्यात रस, उत्साह नव्हता. त्यामुळे काढलेल्या आकृत्या अतिशय गलथानपणे, निव्वळ काढायच्या म्हणून काढल्या होत्या.

मग आम्ही पॉल जोस (Paul Jose) यांच्याकडून प्रेरणा घेऊन, भूमितीच्या वेगवेगळ्या रचना वापरून काढता येतील अशी असंख्य चित्रं, नमुने तयार केले. मुलांनी अतिशय उत्साहानं त्यात भाग घेतला. त्यांनी कोन दुभाजकाच्या इतक्या रचना तयार केल्या की वर्षभरात त्यांना त्यासाठी परत वेगळा सराव करण्याची गरजच उरली नाही.

सांगायची गोष्ट अशी की, गणित शिकण्याचं प्रयोजन मुलांना कळत नाही, दिसत नाही तोपर्यंत त्यांना ते शिकण्यात रस

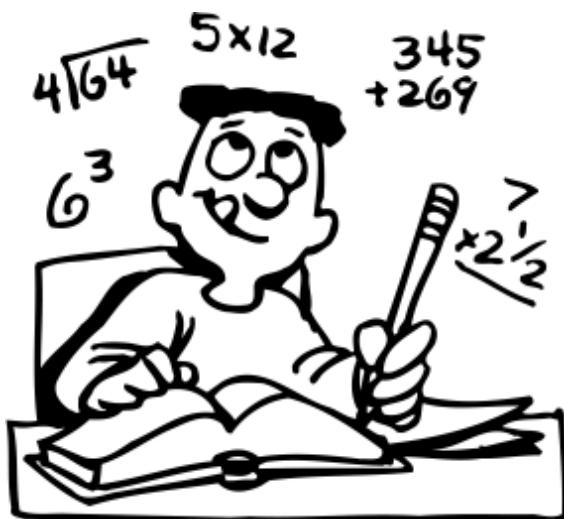
वाटत नाही. आपल्या दैनंदिन व्यवहारात गणितातल्या काही संकल्पनांचा वापर केला जातो. उदा. मर्यादित षटकांचं क्रिकेट खेळताना मुलांना सरासरी या संकल्पनेचा वापर करावा लागतो. हरएक क्रिकेटप्रेमी नेहमी वापरतो तो 'रनरेट' हा शब्द म्हणजे दुसरंतिसरं काही नसून सरासरीच आहे. शिक्षकानं वर्गात सरासरी आणि Mean शिकवल्यावर लगेच क्रिकेटची स्पर्धा घेतली तर मुलांना आपण वर्गात जे शिकलो ते आणि त्याचा व्यवहारातील वापर यातला परस्परसंबंध समजायला सोपा जाईल.

### खेळांची भूमिका

ह्यातून दुसरा मुद्दा उद्भवतो तो म्हणजे खेळांचा उपयोग. विद्यार्थ्यांच्या दैनंदिन जीवनात गणिताचा वापर होताना दिसत नसेल, पण जो खेळ खेळताना गणिताचा वापर करावा लागेल – असे खेळ शोधून काढता येतील. सरावासाठी खेळांचा वापर अतिशय प्रभावी ठरतो. शाळेत शिकवल्या जाणाऱ्या गणिताच्या वेगवेगळ्या संकल्पना वापरून अनेक खेळ तयार करता येतील. बेरीज, वजाबाकी शिकवण्यासाठी पत्ते किंवा

Monopoly सारख्या खेळाचा उपयोग करता येईल. पण पत्त्यांचा संबंध जुगाराशी लावला जातो त्यामुळे शाळेत पत्त्यांच्या खेळाचा उपयोग करता येणार नाही. बेरीज – वजाबाकीपेक्षा जरा अवघड संकल्पनांसाठी फारसे खेळ उपलब्ध नाहीत, पण तसेच खेळ तयार करणं शक्य आहे आणि त्याची खूपच निकड आहे.

इंटरनेटवर शोध घेतला तर अनेक Multimedia खेळ सापडतात. बाजारातही जरा शोध घेतला तर काही 'गणिती' खेळ मिळतात. पण दुर्दैवानं त्यातले बरेचसे खेळ असे असतात की त्यात खेळ सुरु करण्यासाठी एका प्रश्नाचं उत्तर खेळणाऱ्यानं द्यावं लागतं. तो प्रश्न म्हणजे एखादं विशिष्ट नमुन्याचं गणित असतं. जर बरोबर उत्तर दिलं तर तुम्हाला बक्षीस मिळतं. अशा





खेळांमध्ये दोन त्रुटी असतात. एक म्हणजे त्या खेळात पुढे काय घडेल याचा अंदाज बांधता येतो, एकदा तुम्ही तो खेळ खेळलात आणि तुम्हाला उत्तर माहीत झालं की मग त्यातलं नाविन्य संपतं. दुसरी गोष्ट म्हणजे ते गणित सोडवणं हा त्या खेळाचा अंगभूत भाग नसतो. गणित सोडवणं कमी कंठाळवाणं होण्यासाठी त्याचा काहीच उपयोग होत नाही. ह्या दोन गोष्टींच्या कमतरतेमुळे ह्या खेळांचा उपयोग आणि उपयोगितेवर मर्यादा पडते.

### **NovaVia शैक्षणिक साधन**

ही गरज नेमकेपणानं लक्षात घेऊन NovaVia Educational Tools यांनी पटावरच्या खेळांची (बुद्धिबळासारख्या) मालिकाच

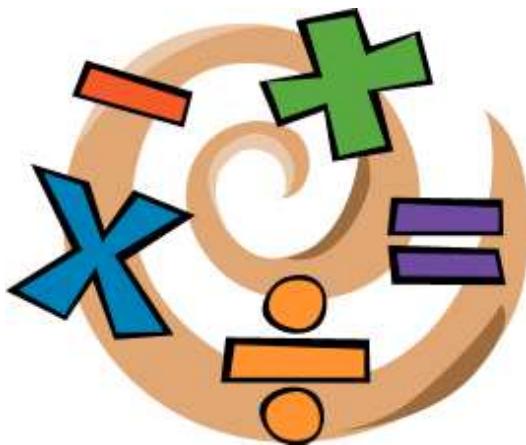
तयार केली आहे. प्रत्येक खेळ हा कोणत्या ना कोणत्या गणिती संकल्पनेवर आधारित आहे.

NovaVia नं बनवलेले खेळ सध्या सर्वत्र उपलब्ध असलेल्या खेळांपेक्षा थोडेसे वेगळे आहेत. त्या खेळांमधील कोणतीही चाल खेळताना मुलांना त्यांच्या विशिष्ट गणिती संकल्पनेच्या ज्ञानाचा वापर करावा लागेल, अशा तज्ज्ञेन हे खेळ तयार केले आहेत. म्हणजे पुढची चाल काय करायची हे समजण्यासाठी एखाद्या संकल्पनेचा वापर करावा लागतो. उदा.

Factors and Multiples ह्या खेळामध्ये तुमच्या प्रतिस्पर्ध्याच्या चालीतून तुम्हाला कोणते factors आणि multiples मिळतायत त्यावर तुमची पुढची चाल अवलंबून असते. इथे मुलं कोणतं उदाहरण घ्यायचं / वापरायचं ते ठरवतात आणि ते सोडवतातही.

ह्याच्या आधारे सध्याच्या गणिताच्या शिक्षणाबद्दलचा आणखी एक महत्त्वाचा मुद्दा लक्षात येतोय. गणित शिकवण्याच्या पद्धतीचे दोन भाग करता येतील. पहिला भाग म्हणजे संकल्पना समजून घेणं आणि दुसरा भाग म्हणजे ती समज वापरून त्या संकल्पना योग्य जागी, योग्य तज्ज्ञेन वापरणं. उदा. जर बेरीज शिकवायची असेल तर पहिल्यांदा

बेरीज म्हणजे दोन गोष्टी एकत्र करण्याची प्रक्रिया आहे. किंवा दोन गट / दोन भाग जोडणं / मिसळणं / वाढवणं आहे हे समजून घेण. दुसरी पायरी म्हणजे ही प्रक्रिया एखाद्या चिन्हातून व्यक्त करण, म्हणजे गणिताच्या भाषेत, जसं की अंक आणि चिन्हांची भाषा, आणि ती वापरून त्या प्रक्रियेचा परिणाम काय होतो हे समजून घ्यायचं. (किंवा आपण जसं म्हणतो - एखाद्या गणिती कृतीचा परिणाम). साधारणपणे शिक्षक पहिली पायरी गाळतात तरी किंवा त्याला फारसं महत्त्व देत नाहीत. ते एकदम त्याबद्दलची समज गृहीत धरून गणित सोडवण्याच्या पायरीवर उडी घेतात. पुष्कळशा मुलांना संकल्पना जर योग्य पद्धतीनं समजावून दिली तर ती समजून घेण्यात अडचण येत नाही. पण प्रत्यक्ष गणित सोडवताना ती संकल्पना अंकांच्या भाषेत वापरायला अडचण येते.



NovaVia खेळांमधील स्पेस रेस या खेळातील एक पायरी अशी आहे - 'फासा फेकून मिळालेले दोन अंक वापरून तुम्ही खेळाच्या पुढच्या पायरीवर लिहिलेला अंक मिळवू शकलात तरच तुम्ही पुढे खेळू शकता.' ह्याची तुलना गणितातील बेरजेची प्रक्रिया शिकवण्याशी करून बघा. खेळात मूल अंकांच्या भाषेतील एक उदाहरण निश्चित करतं, फासा टाकून मिळालेले अंक वेगवेगळ्या तऱ्हेनं एकत्र करून तिथर्पर्यंत पोचतं. इथे मूल जे उदाहरण निश्चित करतं ते शिक्षकांच्या कल्पनेतून साकारलेलं नसतं. खेळात उद्भवलेल्या विशिष्ट परिस्थितीतून ते निर्माण झालेलं असतं. ही आकडेमोड करण्यामागे मुलाच्या मनात एक निश्चित हेतू असतो. त्यामुळे ही आकडेमोड करताना त्याला त्रास, कंटाळा वाटत नाही. हा खेळ संपतासंपता मुलांनं त्या विशिष्ट प्रकारची तीसपेक्षाही जास्त गणितं सोडवलेली असतात.

मनातल्या मनात करावी लागणारी आकडेमोड हा या खेळांमधला फार महत्त्वाचा भाग आहे. सर्व परीक्षा लेखी असल्यामुळे पांरपरिक गणित शिकवण्याच्या पद्धतीमध्ये मनातल्या मनात हिशोब (ज्याला आपण तोंडी गणित म्हणतो) करायला वावच नसतो. पण



अशी तोंडी गणित सोडवणे खूप महत्वाचं आहे कारण त्यामुळे मुलाची ती संकल्पना मनात पक्की होते. त्यामुळे त्याचा त्याबद्दलचा आत्मविश्वास वाढतो.

### शाळेमध्ये खेळांचा वापर

खेळांच्या माध्यमातून वर्गात शिकलेल्या गणिताच्या संकल्पनांची उजळणी होऊ शकते. आणि NovaVia खेळांच्या उदाहरणावरून त्या त्या विशिष्ट संकल्पनेसाठी उपयोगी पडेल असा खेळ तयार करणे शक्य आहे हे लक्षात येतं. अर्थातच ही काही

#### संपर्कसाठी पत्ता :

NovaVia Educational Tools,  
43, Kruttika Akashnagar  
Complex, Thane (w),  
Maharashtra, 400601,  
novaviaedu@gmail.com,  
[www.novaviaedu.co.in](http://www.novaviaedu.co.in),  
Ph. 022 – 25420699.

लहानसहान कामगिरी नाही आणि त्यासाठी ते काम करणाऱ्याकडे खूप मोठ्या प्रमाणात कल्पकता असायला हवी. पण असे खेळ बनवता येण शक्य आहे हे तर नक्कीच. सध्या उपलब्ध असलेल्या NovaVia खेळांच्या मालिकेत तिसरी - चौथी ते सातवी - आठवीपर्यंतच्या गणितातील संकल्पनांचा समावेश आहे.

प्राथमिक शाळेत उपयोगी पडतील असे खेळ आणि शैक्षणिक साधनं काही प्रमाणात उपलब्ध आहेत. पण माध्यमिक शाळांच्या स्तरावर अशा साधनांची अतिशय चणचण आहे. यासारख्या NovaVia खेळांचा signed number multiplication, solving mathematical expressions, BDMAS rule यासारख्या संकल्पनांच्या सरावासाठी मदत होईल.

मुलं शाळेत शिकत असलेल्या गणिताच्या सराव आणि उजळणीसाठीची खेळांची उपयुक्ता लक्षात घेता खेळांचा वापर हा शिकण्याच्या प्रक्रियेचाच भाग बनवावा असं अगदी कळकळीनं सुचवावं वाटतं. NovaVia च्या वेबसाइटवर खेळांचा उपयोग करून बनवलेले शैक्षणिक पाठ उदाहरणादाखल दिलेले आहेत.



लेखक : आमोद कारखानीस, एकलब्य, भोपाल या संस्थेच्या शैक्षणिक कार्यक्रमात सहभागी.



# म्हातारपण

लेखक : विनय र. र.

**म्हातारपण** येण अटळ असतं. जन्म - अर्भक - बालक - किशोरावस्था - वयात येण - तारुण्य - मध्यमवयीन - उतारवय - **म्हातारपण** - मृत्यू हे प्रत्येक जीवाला लाभलेलं चक्र आहे. पण तरीही निसर्गात फारच थोडे जीव नैसर्गिक मरणाचे धनी असतात. बन्याच जीवांना दुसऱ्याच्या पोटात जाऊन मग अनंतात विलीन ब्हावं लागतं. माणसाच्या बाबतीत तसं नाही. माणसाने सुरक्षितता मिळवून दुसऱ्याचं भक्ष्य होण टाळलं आहे. त्यामुळे माणसाला **म्हातारपण** मिळालं. पण माणूस मोठा चलाख प्राणी असल्यामुळे त्याने **म्हातारपण** कसं लांबवता येईल याचा शोध घेतला. आधी **म्हातारपण** कसं येतं याचा शोध घेतला.

**म्हातारपण** म्हणजे संवेदना बोथट होणं, ज्ञानेद्रियं शिथिल होणं, गात्र गलित होणं. **म्हातारपण** म्हणजे साद उशिरा समजणं आणि त्याहून उशिरा प्रतिसाद देण. **म्हातारपण** म्हणजे एकेका व्यवस्थेत बिघाड होणं, हाड ठिसूळ होणं, अन्न नीट न पचणं, धाप लागणं, लघवी थांबत थांबत होणं, पुनरुत्पादनाला

अपात्र होणं, रक्तप्रवाह म्हणजे अडथळ्याची शर्यत होणं. रोगप्रतिकारकता कमी होण म्हणजे **म्हातारपण**. **म्हातारपण** केवळ शरीरात नसतं, मनानं उभारी न घेण म्हणजेपण **म्हातारपण** असतं. **म्हातारपणात** दुसऱ्यांशी जमवून घ्यायला अडचणी येतात आणि येणारे ताण सहनशक्तीची परीक्षा पाहतात. आपल्या आधुनिक सवयीच्या खाद्यातून आणि पेयांतून **म्हातारपण** आपल्या शरीरात झिरपत आहे.

**म्हातारपण** तसं म्हटलं तर खूपच वैयक्तिक गोष्ट आहे. काही जण ते वयोमानावर अवलंबून असल्याचं मानतात, काही जण शरीर - आरोग्यावर तर काही ते तुमच्या सामाजिक भूमिकेशी जोडतात. **म्हातारपणाचे** दोन प्रकार आहेत - एक शरीरातील पेशींमधील जनुकांच्या वयोपरत्वे होणारे बदल - ते अंतर्गत **म्हातारपण**. दुसरं बाह्य **म्हातारपण**, ते तुमची जीवनशैली आणि परिसर यांच्यावर अवलंबून असतं. नोबेल पारितोषिक विजेते वैज्ञानिक डॉ. लिनस पावलिंग यांनी वयाच्या ६६ व्या वर्षी क जीवनसत्वाचा गोळ्या घ्यायला सुरुवात केली

ते १९९४ साली ९३ वर्षांचे होऊन मग वारले. डॉ. पावलिंग यांचा विश्वास होता की रोज ३.२ ते १२ ग्रॅम इतकं क जीवनसत्व रोज घेतल्यामुळे त्यांना १२ ते १८ वर्षे जास्त आयुष्य मिळालं. माणसाला स्वतःच्या शरीरात क जीवनसत्व तयार करता येत नाही. शिवाय ते पाण्यात विरघळणारं असल्यामुळे लघवीवाटे त्याचा निचरा होतो आणि म्हणून ते मोठच्या प्रमाणात घ्यावं लागतं. म्हातारपणाची लक्षणं कमी करण्यासाठी चेहऱ्यावर, मानेवर, हातावर मलम लावून त्वचा नितळ आणि सतेज करण्यापेक्षा शरीराच्या आत म्हातारपण रोधक पदार्थ कसे जातील हे पाहाणे महत्वाचे आहे.

**म्हातारपणाबद्दल वैज्ञानिकांनी** वेगवेगळ्या प्रकारे विचार केला आहे. एका गटाच्या मते आपल्या अंगातल्या पेशी काही काळापर्यंत नव्यानं निर्माण होतात. त्यानंतर मरतात. दुसऱ्या म्हणण्यानुसार पेशीतील डिएनएची रचना वयोमानानुसार बदलते आणि त्यामुळे त्यातून तयार होणारे छाप सुधड होत नाहीत आणि विकृती निर्माण होतात त्यालाच म्हातारपण म्हणतात. तिसऱ्या सिद्धांतप्रमाणे आपल्या पेशी वापरून वापरून त्यांची झीज होते आणि त्यांच्या कार्यात अडथळा येतो. चौथ्या सिद्धांतप्रमाणे – पेशीच्या आवरणात असणारी लिपिडे बाहेरून होणाऱ्या मुक्त आयनांच्या मान्यापुढे ढासळत जातात आणि पेशी मरतात. पाचवा सिद्धांत – आहारावर

आधारित आहे – त्यांच्या मते आपले खाणे निम्यावर आणले तर आयुर्मान वाढेल. कमी वजन चांगले आरोग्य. सहावा – कोलाजेन सिद्धांत – कोलाजन हे प्रथिन शिळे झाले की रक्तदाब वाढतो. आणि त्यामुळे इंट्रिये काम करेनाशी होतात. सातवा सिद्धांत – होणारे बदल – पेशीच्या अंतर्गत भागात वयोमानानुसार बदल होतो त्यामुळे त्यातून निर्माण झालेली रसायने शरीराला बाहेरची वाटतात. त्यामुळे शरीर त्यांनाच नष्ट करू पहाते आणि शरीराची कार्ये मंदावतात. आठव्या सिद्धांतानुसार मज्जासंस्थेची जोडणी विस्कळीत होते त्यामुळे त्यातून भलतीच वितंचके पसरली जातात आणि त्यामुळे पेशीकार्यात अडथळा येतो. अर्थात यापैकी एक वा अनेक सिद्धांत त्या त्या व्यक्तीला लागू पडतात.

**गोड पदार्थ, प्रक्रिया केलेले अन्न** आणि सटरफटर खाणे हे म्हातारपणाकडे लवकर नेते. त्यामध्ये ट्रान्सफॅट – म्हणजे विकृत भेद असतो. त्यामुळे शरीरांतर्गत भागात सूज येते. तसेच विकृतभेद आपल्या गुणसूत्रांचे शेंडे कुरतडतो. आपल्या पेशी एकापासून दोन होत असताना गुणसूत्रांचे शेंडे थोडे थोडे आखूड होत असतात. शेंडे आखूडले की गुणसूत्रांची प्रत कमी होते. शरीराची झीज भरून काढण्याची त्यांची क्षमता कमी होते. शेंड्यांच्या टोकावर एक कवच असते ते विकृतभेदामुळे झिजते व कमजोर होते.

आपल्या शरीराची एक पेशी दुसऱ्या पेशीशी विशिष्ट रसायनांच्या माध्यमातून संवाद साधत असते. विकृतीभेदाची रेणूरचना विक्षिप्त असते. त्यामुळे संवादी रसायनांच्या प्रवाहाला अडथळा येतो तसेच विकृतभेद पेशीपटलावर चिकटून बसतो आणि त्यांच्या हालचाली मर्यादित करतो.

गुणसूत्रांच्या शेंड्यांवर असलेल्या कवचामुळे गुणसूत्राची कामगिरी मर्यादित होते. ती मर्यादित नसेल तर भरमसाठ वाढ होत राहील. त्यालाच कॅन्सर किंवा कर्करोग म्हणतात. आपण जन्माला येण्यापूर्वीच आपल्या प्रत्येक पेशीतल्या बन्याचशा गुणसूत्रांच्या शेंड्यांना कवच चढविले जाते. त्यामुळे त्यातून विशिष्ट प्रकारचीच रसायने तयार होतात. तसे निसर्गाने केले नसते तर आपले शरीर विकृतपणे वाढले असते. म्हणजे कल्पना करा की केसाला जागोजागी डोळे वाढलेत किंवा जिभेला नखं आली आहेत. विकृतभेद गुणसूत्रांवरच्या शेंड्याच्या भागावर असलेले कवच झिजवून पेशींची वेडीवाकडी वाढ होण्यास वाव देतो.

जंक फूड किंवा सटरफटर पदार्थांमध्ये साखर, विकृतभेद आणि पिष्टमय पदार्थ असतात. ते पोटात गेल्यावर इन्शुलीनचे प्रमाण झापाट्याने वाढते त्यामुळेही म्हातारे होण्याची क्रिया वेगाने होते. त्वचा सुरक्तायला लागते. यांच्यामुळे मेंदूमधील रसायनांवर परिणाम होतो. त्यातूनच

भावविवशता येते तसेच निराशा येते. जंक फूडमध्ये मेदाचे, तेलतुपाचे प्रमाण जास्त असते. ते पदार्थ पोटात जातात, ते पचवण्यासाठी शरीरातून रक्त आणि वितंचके पोटाकडे धावतात. अन्न पचवण्यासाठी आतळ्याकडे पोचतात. त्यामुळे बाकीच्या शरीराला सुस्ती येते, पेंग येते, काम नीट करता येत नाही. जंक फूडमध्ये हलक्या वजनाची लिपो प्रथिने असतात. तसेच कोलेस्ट्रॉलही. त्याचा थर रक्तवाहिन्यांमध्ये अडकून बसतो. हृदयरोगाला ते निमंत्रण ठरते. रक्तात साखरेचे प्रमाण जास्त झाले की ग्लायकोलायझेशन होऊन आपली त्वचा सुरक्तते तसेच यामध्ये मोनोसोडियम ग्लुटामेट असते. सो डच्यात अस्पार्टम असते. त्याच्यामुळे मेंदूच्या पेशी मृत्यू पावतात. जंक फूडची सरबतेसुद्धा कमी घातक नसतात. त्यात मक्याच्या पाकापासून बनवलेली फ्रुक्टोज साखर असते. ती ग्लुकोजसारखी सहज पचत नाही. ती यकृतात साठून राहाते आणि त्यामुळे यकृताची जाडी वाढते, टाईप २ चा मधुमेह होतो. तसेच कर्करोगही होऊ शकतो. त्याशिवाय जंक फूड आणि सरबतांमध्ये फॉस्फेटचे प्रमाण बरेच जास्त असते. त्याच्यामुळे त्वचा, स्नायू, मूत्रपिंडे आणि रक्तवाहिन्यांमध्ये कॅल्शियम साठून त्या कडक होतात.

■■

लेखक : विनय र., निवृत्त प्राध्यापक, मराठी विज्ञान परिषदेचे पदाधिकारी, सामाजिक कार्यकर्ता.

# चंद्र सूर्य का आहेत?

आमचा शंकासुर मित्र आम्हाला असे काही चमत्कारिक प्रश्न विचारतो, की त्या प्रश्नाचे काय उत्तर द्यावे हे उमजूच नये. ऐका त्याचा आजचा प्रश्न : सूर्य, चंद्र, पृथ्वी का आहेत?

म्हणजे सूर्य, चंद्र कुठे आहेत, कसे आहेत, कधीपासून आहेत. याबद्दल त्याला विचारायचे नव्हते. तर त्याला त्यांच्या अस्तित्वाबद्दलच मूळभूत प्रश्न विचारायचा होता – ते का आहेत !! म्हणजे त्यांचा उद्देश काय ?

या प्रश्नाचे उत्तर कोणालाच माहीत नाही. वेगवेगळे लोक वेगवेगळा विचार करतात. काही म्हणतात, की आपण जिवंत रहावे म्हणून पृथ्वीचे अस्तित्व आहे. अहो, उद्या कोणी म्हणेल की वनस्पतींना स्वतःसाठी व इतर सजीवांसाठी अन्न उत्पन्न करायला उन्हाचा उपयोग होत असतो म्हणून सूर्य अस्तित्वात आहे ! कोणी म्हणेल, केव्हा झोप घ्यावी व केव्हा झोपेतून उठावे हे आपल्याला कळण्यासाठी सूर्य असतो. अफलातून कल्पनाशक्तीच्या जोरावर काही जण म्हणतील की चंद्राविषयी आपल्याला कविता करता याव्या म्हणून चंद्र अस्तित्वात आहे ! प्रत्येक वस्तू कोणत्या ना कोणत्या उपयोगासाठीच अस्तित्वात येते असा

काहींचा समज असतो. त्याच्या मताप्रमाणे उन्हाचा चष्मा कानाला अडकविता यावा म्हणूनच आपल्याला कान आहेत ! उन्हाचा चष्मा वापरण्यापुरतेच कानाचे अस्तित्व नाही हे आपण जाणतोच. प्रत्येक वस्तूचा कोणत्या ना कोणत्या तरी कामासाठी उपयोग होऊच शकतो. तरीपण ती वस्तू त्या कामाला उपयोगी पडण्यासाठीच निर्माण झालेली असते असे आपण म्हणू शकत नाही.

विशिष्ट कामाला उपयोगी पडावी या हेतूने वस्तू बनवली जाते. हे फक्त मनुष्यनिर्मित वस्तुंपुरतेच खरे असते. निसर्गातल्या वस्तूंसाठी नाही. अनेक वस्तू अगदी निरुद्देश देखील उत्पन्न होतात. अगदी योगायोगानेच त्या अस्तित्वात येतात.

उदाहरणार्थ असे म्हणतात की तीस कोटी वर्षांपूर्वी पॅनजिया (Pangaea) नावाचा एक महाकाय भूखंड अस्तित्वात होता. बव्याच काळानंतर (दहा कोटी वर्षांनंतर) योगायोगाने पॅनजियाचे दोन भागात विभाजन झाले. दोन्ही तुकड्याचे आकार विशिष्ट होते हा एक योगायोगच म्हणायचा. ते तुकडे काही मुद्दाम ठरवलेल्या खास आकाराचे नव्हते. ते तुकडे काही वेगळ्या आकाराचे असते

तरीसुद्धा ते तसेच योगायोगानेच झाले असे आपण म्हटले असते. समजा मातीचे खेळणे पुन्हा वरून खाली पडले तर त्या तुटक्या खेळण्याचे पुन्हा तुकडे होतील. पुन्हा ते तुकडे वेगवेगळ्या आकाराचे असतील. आपण ‘हाच आकार का?’ असा प्रश्न विचारूच शकत नाही. ते तुकडे आपोआप तसे बनतात.

पॅनजियाचे तुकडे जर द्रवावर असतील तर ते तरंगत राहतील. म्हणजे ते इकडून



२२.५ कोटी वर्षांपूर्वी



२० कोटी वर्षांपूर्वी



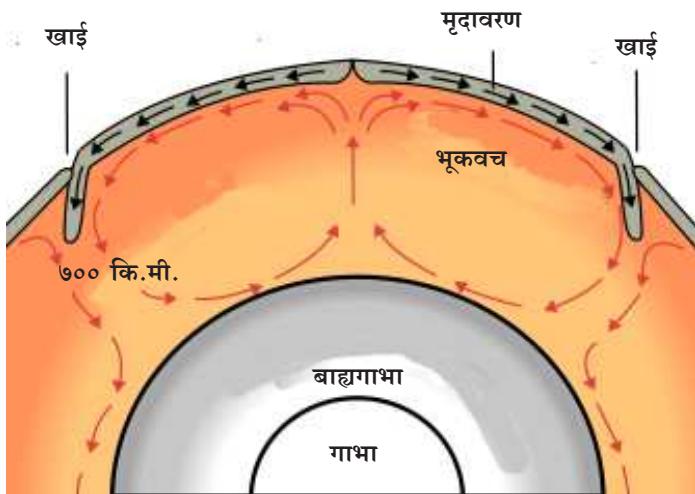
१३.५ कोटी वर्षांपूर्वी (जुरासिक युग)



६.५ कोटी वर्षांपूर्वी



आधुनिक काळ



तिकडे जात असतील, तर त्यात दोन शक्यता असतील एकतर ते दोन भिन्न दिशांनी वाहात असतील. किंवा एकाच दिशेने वाहात असतील. प्रत्यक्षात असे घडलेही आणि नंतर त्यांची टक्र झाली तेव्हा एक तुकडा खाली गेला आणि दुसरा तुकडा वर राहिला. अशा रीतीनेच हिमालय पर्वताची योगायोगाने निर्मिती झाली.

अशाच प्रकारे पृथ्वी, चंद्र, सूर्य आणि दुसरेही सर्व तारे अस्तित्वात आले असावेत. या वस्तू कशा अस्तित्वात आल्या असाव्यात, हे आपल्याला समजावून देण्यासाठी शास्त्रज्ञांनी अनेक सिद्धांत मांडले. तरीपण या वस्तूंची निर्मिती कोणत्या उद्देशाने झाली हे काही आपल्याला समजत नाही. त्या वस्तू अस्तित्वात आहेत एवढे खरे !

वर सांगितल्याप्रमाणे आपल्याला

सभोवार दिसणाऱ्या पुष्कळशा वस्तू योगायोगाने घडलेल्या घटनांमुळे अस्तित्वात आल्या आहेत. बन्याचशा वस्तू आपल्याला दिसतात, तशा असतात, कारण निसर्गाचे नियम ! उदाहरणार्थ, एखादी वस्तू अवकाशाच्या दिशेने उंच फेकली तर शेवटी ती जमिनीवरच परत येते. म्हणून बहुतेक वस्तू जमिनीवरच मिळतात. हवेत मिळत नाहीत. तर या निसर्गाचे नियम समजून घेणे हेच वैज्ञानिकांचे मुख्य काम आहे.

वैज्ञानिकांनी पृथ्वी, चंद्र, सूर्य, सौरमंडळ तारे, आकाशगंगा इत्यादींच्या अस्तित्वाबद्दल खूप विचार केला आहे. त्याबद्दल काही एक जाणही निर्माण झालेली आहे. जर त्यातील काही जाणून घ्यायचे असेल, तर तसे जरूर कळवावे.



मराठी अनुवाद - गो. ल. लोंदे, निवृत प्राचार्य.

# विज्ञान रंजन स्पर्धा २०१५

## उत्तरे

टीप : मूळ प्रश्न साध्या अक्षरात तर त्याचे उत्तर ठळक अक्षरात छापले आहे.

प्र. १ निरीक्षण करून उत्तरे (गुण प्रत्येकी १)

१ २०१५ मध्ये येणाऱ्या पाचव्या रविवारामध्ये किती किती दिवसांचे अंतर आहे?

$$29 \text{ मार्च} + 62 \text{ दिवस} = 31 \text{ मे}, + 90 \text{ दिवस} = 30 \text{ ऑगस्ट}, + 90 \text{ दिवस} = 29 \text{ नोव्हेंबर}$$

२ सरड्यासारखे रंग बदलणारे अन्य प्राणी/वनस्पती कोणते? कटल मासा, पिकांक फ्लाऊंडर, स्किड, काचकोळी, सायनिया ऑक्टोपस, नकल्या ऑक्टोपस.

३ दहा वाजून किती मिनिटे किती सेकंदांनी घड्याळात १२० अंशांचे तीन कोन होतात?   
 १०:११:३१

४ झोप आणि झेप या शब्दांमधील ‘झ’चे वेगळे उच्चार लक्षात घेता ‘झापड’ या शब्दाचे कोणते अर्थ होतात? झोपच्या झ नुसार पापण्या जड होत मिटणे, झेपच्या झ नुसार हाताने दिलेली चपराक

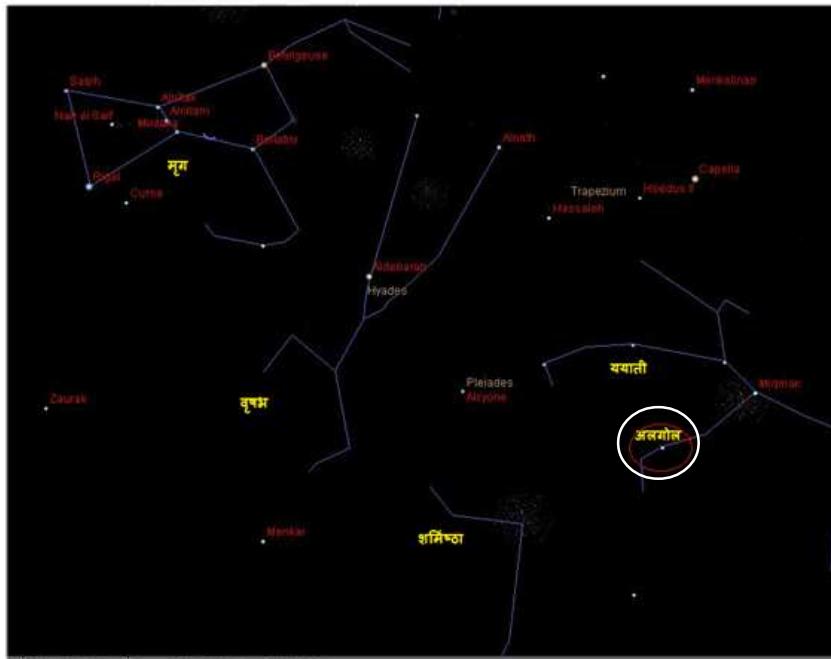
५ पानाच्या हिरवेपणानुसार क्रम लावा अळू, आंबा, पालक, निलगिरी, नागवेल  
६ भिंगरीसारखे फिरवल्यावर कोणते अंडे जास्त वेळ फिरते कच्चे की उकडलेले? उकडलेले

७ तुमच्या तळहाताची लांबी आणि कोपरापासून हाताची लांबी यांचे गुणोत्तर लिहा.  
 ३:८

८ शिवणकामासाठी वापरल्या जाणाऱ्या दोन्यात किती धागे गुंफलेले असतात? २/३

९ सीताफळवरील डोळ्यांची संख्या देठापासून टोकापर्यंत कशी बदलत जाते?  
 यात दोन एकात एक गुंफलेली सर्पिल मळसूत्रे असतात एका दिशेने ८ असतात तर दुसऱ्या दिशेने १३ असतात. या फिबोनासी संख्या आहेत.

१० ययाती तारकासमूहाचे चित्र काढून त्यात प्रखरता कमीजास्त होणाऱ्या ताऱ्याची जागा दाखवा. अलगोल.



प्र. २ पुढील विधाने चूक की बरोबर ते लिहून स्पष्टीकरण. (गुण प्रत्येकी २)

१. चौकोनातल्या कोणत्याही दोन कोनांची बेरीज अन्य दोन कोनांच्या बेरजेइतकी असते.
- चूक – चारीही कोन काटकोन असणाऱ्या चौकोनांना हे विधान चालेल अन्य चौकोनांना नाही. समलंब चौकोन, समांतरभुज चौकोन, पतंगाकार, चौकट यांना विशिष्ट दोन कोन घेतल्यास लागू पडेल, सरसकटपणे नाही.
२. जगात एकही व्यक्ती तंबाखू खात नाही. बरोबर – अन्न खातात तशी तंबाखू खात नाहीत. तोंडात ठेवतात मग थुंकतात.
३. ढगात असणारे पाणी आणि बर्फ हवेपेक्षा हलके असते. चूक – पाणी, बर्फ यांची घनता केव्हाही हवेपेक्षा जास्तच असते. खालून वेगाने वर जाण्यान्या वाञ्यांमुळे ते ढगात टिकतात. तसेच अंदाजे गोलाकार असलेल्या कणांचे वस्तुमान त्रिज्येच्या घन ( $R^3$ ) प्रमाणात असते; खालील बाजूच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफल ( $R^2$ ) त्रिज्येच्या वर्गाच्या प्रमाणात असते. एक लहान पाण्याचा थेंब वाढताना त्याचे वस्तुमान त्याच्या आकारापेक्षा अधिक महत्त्वाचे ठरते. १०० मायक्रॉन त्रिज्या असेल तर पडण्याचा वेग प्रति सेकंद फक्त २७ सेंटीमीटर असतो.

बर्फाचे स्फटिक अनियमित आकाराचे असल्यामुळे त्यांच्या पडण्याचा वेग खूपच कमी असतो.

४. नदीतील वाळूचा उपसा केला की नदीत जास्त पाणी टिकते. चूक – नदीतील वाळू व मातीच्या कणांमुळे पाणी जमिनीकडे ओढले जाते व मुरते. वाळू उपसल्यावर पाणी कमी टिकते.
५. आपला एक डोळा आपल्याच दुसऱ्या डोळ्यापेक्षा आपल्याकडून नकळत जास्त वापरला जातो. बरोबर – दूर अंतरावरील वस्तू बोटाने दाखवताना, नेम धरताना, सूक्ष्मदर्शक, दुर्बिण वापरताना एक डोळा वापरला जातो.
६. कोळ्याच्या जाळीतील धागा पोलादापेक्षा ताकदवान असतो. बरोबर – कोळ्याच्या जाळ्याच्या विशिष्ट रचनेमुळे त्याची तन्यता वाढते व तो तेवढ्याच आकाराच्या वा वजनाच्या पोलादापेक्षा अधिक भार पेलू शकतो.
७. लहान बालकांना प्रौढांपेक्षा अधिक हाडे असतात. बरोबर – अर्भकांमध्ये विशेषत: टाळू, माकडहाड इ. हाडे प्रौढांपेक्षा अधिक, बारीक आणि कुर्चायुक्त असतात त्यामुळे जन्म घेणे सोईचे जाते. ती हल्लुहल्लू कॅल्शियमच्या क्षारांनी भरत टणक होत जातात. त्यांची संख्या २७० ची २०६ होते.
८. ज्या झाडांवर पक्षी घरटी बांधत नाहीत ती झाडे मुळात परदेशातून आणलेली असतात. बरोबर – नव्याला सामोरे जाण्याची क्षमता माणसांपेक्षा पक्ष्यांमध्ये कमी असते. त्यामुळे त्यांची उपजत आंतरिक ऊर्मी शतकानुशतके स्थानिक असलेल्या झाडांनाच आपलेसे मानते. निलगिरी, गुलमोहर यांच्यावर सहसा घरटी नसतात. तसेच परदेशी झाडे वादळात उन्मळून पडण्याचे प्रमाण मोठे असते. हा मुद्दाही पक्ष्यांच्या लक्षात येत असावा.
९. नेहमी बाटलीबंद पाणी पिणाऱ्यांना पोटाचे विकार चटकन होतात. बरोबर – बाटलीबंद पाणी शुद्ध असते. त्यात जीवजंतू नसतात. असे पाणी सतत पिणाऱ्यांच्या पचनसंस्थेतील प्रतिकारक यंत्रणा हल्लुहल्लू अकार्यक्षम होते. पचनमार्गाने रोगकारक जीवाणुंची बाधा झाल्यास विकार चटकन बळावतात.
१०. उघड्यावर ठेवलेल्या वासाच्या पदार्थाचे वजन हल्लुहल्लू कमी होते. बरोबर – वास असणारा पदार्थ अगर त्यातील एखादा घटक सतत बाष्पीभूत होत बाहेर पडत असतो त्यामुळे पदार्थाचे वजन घटते. (ते बाष्प आपल्या नाकात जाते म्हणूनच आपल्याला वास येतो.)

प्र. ३ पुढील प्रत्येक विधानातील कर्ता ओळखून लिहा (गुण प्रत्येकी १)

१. माझा एक घटक जळतो, दुसरा जळतो, मी जाळ शमवतो.
- पाणी (प्राणवायू व हायड्रोजन)
२. मी दिसत नाही, माझ्यामुळे दर्शन होते. - प्रकाश
३. मला अमेरिकेत भारतीय ऎडीसन म्हणायचे. - शंकर आबाजी भिसे.
४. माझी फुले हवेत उमलतात पण फळे जमिनीत येतात. - भुईमूग
५. १९१५साली माझा शोध लागला पण प्रतिजैविकांमुळे माझ्याकडे दुर्लक्ष झाले.
- बॅक्टेरिओफेग / फेग
६. धनिलहरींच्या वापर करून शरीराच्या आतले भाग तपासणे माझ्यामुळे शक्य झाले.
- सोनोग्राफी/सोनोग्राफ
७. कावळ्याच्या नावे ओळखला जाणारा मी एक प्रथिनयुक्त खाद्यपदार्थ आहे.
- अळंबी / कावळ्याची छत्री / कुत्राची छत्री
८. मी एक इंग्रजी मुळाक्षर आहे, मला कोणत्याच मूलद्रव्याच्या संज्ञेत स्थान नाही.
- J/Q
९. मीही प्रकाश संश्लेषण करतो पण क्लोरोफिलमुळे मी दिसत नाही. - झॅन्थोफिल.
१०. तुमच्या हातांचे एका वेळी एक बोट दुमडलेत की माझा पाढा दिसायला लागतो.

-९

प्र. ४ शास्त्रीय कारणे लिहा. (गुण प्रत्येकी २)

१. पावसाळ्याच्या सुरुवातीला रोगांचा प्रसार अधिक होतो.  
हवेत उंचावर असलेले जीवाणू पावसाबरोबर खाली येतात, फोफावतात. दमटपणा आणि ओलाव्यामुळे जीवाणूना फोफावायला संधी मिळते. त्यांची लागण झाली की रोग होऊ शकतात.
२. डिझेल इंजिने पेट्रोल इंजिनापेक्षा जास्त प्रदूषणकारी असतात.  
डिझेल इंजिनातून बाहेर पडणाऱ्या धुरामध्ये पेट्रोलच्या तुलनेत कर्बवायू कमी असला तरी नन्हाच्या घातक वायूंचे (NOx) प्रमाण तसेच न जळलेल्या इंधनाचे अतिशय बारीक कण अधिक असतात. त्यांच्यामुळे प्रदूषण अधिक होते.
३. हिवाळ्यात होणाऱ्या जखमा जास्त वेदनादायी असतात.  
शरीरात कुठेही वेदना होते याचा अर्थ तेथे रक्त कमी प्रमाणात जाते. हिवाळ्यात

उघडी त्वचा गार पडते, नसा आकुंचन पावल्याने त्यातून रक्त कमी वाहाते, त्वचा टणक होते. लवकर फाटते. वेदना अधिक होतात.

४. फिरणारा भोवरा आरीवर उभा राहातो, न फिरणारा आडवा पडतो. भोवन्याचा वरचा भाग जाड असतो. त्यामुळे त्याचा गुरुत्वमध्य उचललेला असतो. स्वतःभोवती फिरण्यामुळे भोवन्याला घूर्णन / चक्राकार गती मिळते आणि ती गुरुत्वमध्याला यथास्थित ठेवते. टोकाच्या घर्षणामुळे घूर्णन कमी झाले की भोवरा कलंडत जातो.
५. थंडीत सावल्या लांबतात तर उन्हाळ्यात आखुडतात. सूर्य क्षितिजापासून कमी उंचावर क्षितिजसमांतर असला की सावल्या लांब पडतात तेव्हा थंडीचे दिवस असतात. सूर्य क्षितिजापासून अधिक उंचावर लंबरूप असला की सावल्या आखुडतात तेव्हा उन्हाळा असतो.
६. बोटांच्या फटीतून उजेडाकडे बघितल्यास फटीत समांतर काळ्या रेषा दिसतात. बोटाच्या फटी प्रकाशाचे दोन उपस्थोत असतात. त्यांच्या कडांवरून परावर्तित होणाऱ्या प्रकाशकिरणांच्या लहरी जेव्हा असंगत (विरुद्धावस्था out of phase) असतात तेव्हा त्या ठिकाणी अंधार दिसतो सुसंगत (साम्यावस्था In phase) असतात तेव्हा प्रकाश प्रखर दिसतो.
७. आपण स्वतःलाच गुदगुल्या करू शकत नाही. गुदगुल्या होण्यासाठी मज्जातंतूना अनपेक्षितपणे चेतना मिळाव्या लागतात. आपणच आपल्याला गुदगुल्या करणार हे आपल्याला आधीच माहिती झालेले असते. आपण आपल्याला फसवू शकत नाही.
८. भांड्याच्या कडेच्या पातळीच्यावर थोडे भरले गेले तरी पाणी न सांडता टिकून राहाते. पाण्याच्या पृष्ठीय ताणामुळे पाणी मध्याकडे ओढले जाते. सांडत नाही. त्याच्या जोरापेक्षा अधिक पाणी झाले तर वजनाने कलंडते.
९. विजेच्या दिव्यापेक्षा सूर्यप्रकाशातल्या सावल्या अधिक स्पष्ट असतात. सूर्य प्रखर आहे आणि खूप लांब असल्यामुळे त्याचे किरण एका बिंदूतून (Point source) आल्याप्रमाणे असतात. त्यामानाने विजेच्या दिवा पसरट ट्यूब जास्तच पसरट त्यामुळे एका भागामुळे सावली पडली तरी तिच्यावर दुसऱ्या भागाचा उजेड पडतो, सावली फिकटते.

१०. तांब्या पितळेची भांडी चिंचेच्या कोळाने घासल्यावर चकाकतात.  
भांड्यावर ऑक्सराईडचे कोटण चढते ते चकचकीत नसते. ते चिंचेच्या कोळातील आम्लाशी अभिक्रिया करून पाण्यात विरघळून वाहून जाते.

प्र. ५ थोडक्यात उत्तर लिहा. (गुण प्रत्येकी १)

१. अंगठा वापरल्याशिवाय करता येतात अशी कामे कोणती?

अनेक आहेत उदा.: बोटाने कान साफ करणे, अरुंद गळ्याच्या बाटलीतून पदार्थ बाहेर काढणे, बंदुकीचा घोडा ओढणे इ.

२. एका वर्षात किती सेकंद होतात?

- ३,१५,५६,९४० सेकंद

३. समुद्री वादळापासून किनारे वाचवणाऱ्या वनस्पतीचे नाव काय?

- खारफुटी, कांदळ, मँनगूळ

४. विमान जास्तीत जास्त किती उंची गाठू शकते?

- ४५००० फूट, १३७०० मीटर

५. मुंबईच्या नावाने ओळखला जाणारा दुर्मिळ रक्तगट कोणता?

- बॉम्बे ब्लड ग्रूप/एच एच

६. शुद्ध शाकाहारी व्यक्तींमध्ये कोणत्या जीवनसत्त्वाची कमतरता दिसून येते?

ब-१२

७. मानवी डोळ्यांची रचना किती मेगापिक्सेलची आहे?

५ मेगापिक्सेल शंकू (संग पहाणारे) + १०५ मेगापिक्सेल दांड्या (प्रकाश पहाणारे) + २ डोळे + १२० अंशात फिरू शकणारे म्हणून एकूण ५७६ मेगापिक्सेल

८. उजेड कोणत्या एककात मोजतात? - लक्स, फूट कँडल

९. आंबवून केलेले टिकावू अन्नपदार्थ कोणते?

- इडली, केक, ढोकळा, पाव, अनारसे

१०. मधमाशया व इतर कीटक दिव्याभोवती जमा का होतात?

रात्रीच्या वेळी दिशानिश्चिती करण्यासाठी कीटक चंद्राचा उपयोग करतात. कृत्रिम प्रकाशालाही ते चंद्रप्रकाश समजून फसतात व दिव्याभोवती जमा होतात.

प्र. ६ सविस्तर उत्तर लिहा. (गुण १५)

१. विजेचा मूळ स्रोत सूर्य आहे, हे सिद्ध करा.

सौरऊर्जा, जलविद्युतऊर्जा, पवनविद्युतऊर्जा, औष्णिक व पेट्रो ऊर्जा यामागे सूर्याची ऊर्जाच आहे. पण अणूऊर्जा, लाटांची ऊर्जा, भूऔष्णिक ऊर्जा या सूर्य ऊर्जेहून वेगळ्या आहेत.

२. जी एस एल व्ही आणि पी एस एल व्ही यात फरक काय?

जी एस एल व्ही

पी एस एल व्ही

१. उपयोग मुख्यतः दल्लणवलण

उपयोग मुख्यतः संसाधन

उपग्रह कार्यात

शोध उपग्रह कार्यात.

२. वजन वाहाण्याची क्षमता

वजन वाहाण्याची क्षमता

< १४०० किं.ग्रॅ.

२५०० – ५००० किं.ग्रॅ.

३. क्रायोजेनिक इंधन वापरले जाते.

क्रायोजेनिक इंधन वापरले जात नाही

४. तीन टप्पे असतात

चार टप्पे असतात.

३. धूम्रपान करणाऱ्या व्यक्तीच्या दात, ओठ, नखे, डोळे, अंगाचा वास यात कोणते बदल होतात?

दात पिवळे, ओठ काळे, डोळे लालसर, त्वचा निस्तेज, नखे पिवळटसर

४. डावखुऱ्या व्यक्तिला अडचणीची ठरणारी कामे.

फ्रीज मध्ये वस्तू ठेवणे, संगणक माउस वापरणे, सोलेरे वापरणे इ.

५. हातात धरून घाव घालायची साधने आणि ती वापरणारे व्यावसायिक?

कुन्हाड – लाकूडतोड्या, हातोडी – सुतार, वाकस – लोहार, पहार – दगडफोड्या, लाकडी हातोडी (मॅलेट) – सुतार, पुस्तकबांधणी करणारा, इ.

■■

**संदर्भची वेबसाईट पाहिलीत का?**  
**sandarbhhsociety.org**

यामध्ये संदर्भची मुख्यपृष्ठे आणि  
आधीच्या काही अंकातले वाचनीय लेख.

# चित्याचा वेग

जोमाईकाचा धावपूर्व उसेन बोल्ट याने २००९ मध्ये १०० मीटरचे अंतर ९.५८ सेकंदात पार करून नवा विश्वविक्रम केला. कदाचित तो यापेक्षाही जास्त गतीने धावू शकतो. पण सिनसिनाटी प्राणीसंग्रहालय आणि नॅशनल जिओग्राफिक मासिकाच्या अहवालानुसार त्यांच्या चित्याने २०१२ मध्ये हेच अंतर ५.९५ सेकंदात पार करून बोल्टला जवळजवळ ३ सेकंदांनी मागे पाडलं.

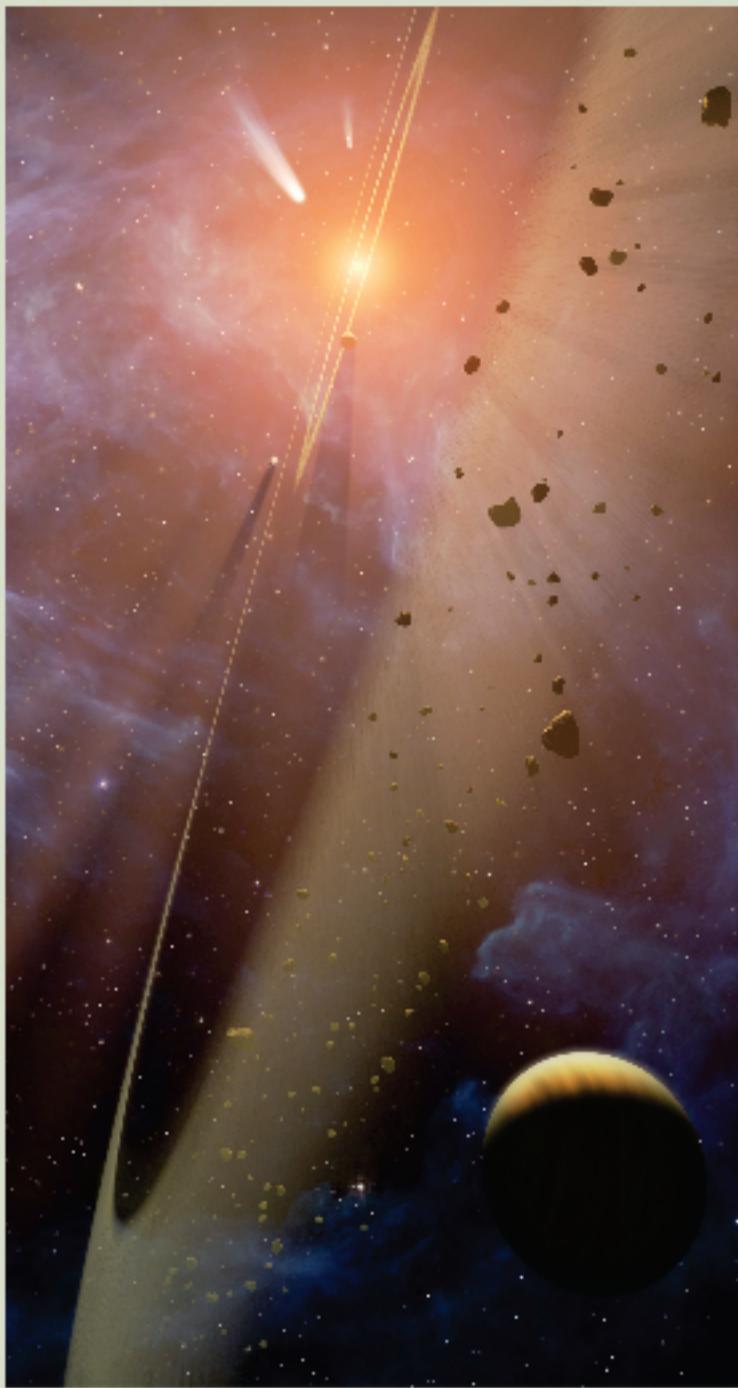
खरं तर चित्ता जगातील सर्वात वेगाने धावणारा प्राणी आहे. उच्च वेगाचा कॅमेरा वापरून चित्याच्या वेगाने पलण्याचे रहस्य शोधण्याचा प्रयत्न केला गेला. द जर्नल ऑफ एक्सपेरिमेंटल बायोलॉजीमध्ये प्रकाशित अभ्यासानुसार चित्याच्या एका झेपेची लांबी खूपच जास्त असते पण तो एका सेकंदात जास्त झेपा घेत नाही. जेव्हा तो ९ मीटर प्रति सेकंद या वेगाने जातो तेव्हा तो फार तर प्रति सेकंद २.४ पावलं चाललेला असतो. त्याचा वेग १७.८ प्रति मीटरपर्यंत वाढतो. तेव्हा प्रति सेकंद ३.२ पावलं चालतो. संशोधकांच्या मते जंगली चित्ता २९ मीटर

प्रतिसेकंद वेगाने धावताना प्रतिसेकंद ४ पावलं चालतो. चित्याची तुलना वेगाने धावण्यासाठी खास तयार केलेल्या ग्रेहाऊंड कुत्राशी केली तेव्हा अनेक नव्या गोष्टी समोर आल्या. यासाठी बलमापन पटूत्या आणि उच्च वेगाचा व्हिडीओ कॅमेरा वापरला गेला. चित्याने जर प्रत्येक सेकंदातील झेपा वाढवल्या तर त्याचा वेग अजून वाढेल. आणखी एक गोष्ट म्हणजे पळताना चित्ता जवळजवळ ७० टक्के वजन मागच्या पायावर टाकतो. झेप घेताना वजन कुठल्या पायावर आहे यावरही झेपेचा जोर ठरतो आणि झेप घेताना घसरण्याची शक्यताही कळते. ग्रेहाऊंडचे मागच्या पायावरचे वजन ६२ टक्के असते, याचा वेगावर नक्कीच परिणाम होतो.

या अभ्यासातून चित्याच्या वेगाबरोबरच इतर माहितीही समजली. चतुष्पाद प्राण्यांचा जास्तीतजास्त वेग किती असेल याचा अंदाज आला. पण याविषयावर अधिक संशोधनाची गरज आहे.



अनुवाद : यशश्री पुणेकर



एच्सिलॉन इरिडीनी या ताच्याभोवती फिरणाच्या ग्रहावे एक कल्पनाचित्र(विकिवीडियावरुन सामार)

शैक्षणिक संदर्भ: एप्रिल-मे २०१५ RNI Regn. No. : MAHMAR/1999/3913  
मालक, मुद्रक, प्रकाशक पालकनीती परिवार करिता संपादक नीलिमा सहस्रबुद्धे यांनी  
अमृता विलनिक, संभाजी पूळ कोपरा, कर्वे पथ, पुणे ४ येथे प्रकाशित केले.

